

15
200

HARVARD UNIVERSITY



Ernst Mayr Library
of the Museum of
Comparative Zoology

MCZ
LIBRARY

NOV 01 2007

HARVARD
UNIVERSITY

M32
LIBRARY

JUL 25 1995

HARVARD
UNIVERSITY

A MAMMALIUM HISTORI

VOL. 2 • 1993





HISTORIA ANIMALIUM

Departament de Biologia Animal
(Secció de Zoologia)
Facultat de Biologia
Universitat de Barcelona
Avda. Diagonal, 645
08028 Barcelona, Spain
Tel. (34-3) 402 14 39
Fax (34-3) 411 08 87

CONSELL DE REDACCIÓ EDITORIAL BOARD

Director: **Jacint Nadal**
Secretària de Redacció: **Marta Goula**
Alex Aguilar
Adrià Casinos
Antoni Serra
Xavier Turon

CONSELL DE REVISIÓ ADVISORY BOARD

R.H. Aramburu (*La Plata, Argentina*)
J.A. Barrientos (*Barcelona, Spain*)
J. Blondel (*Montpellier, France*)
J.M. Demange (*Paris, France*)
Ch. Juberthie (*Moulis, France*)
O. Kraus (*Hamburg, Germany*)
R. Margalef (*Barcelona, Spain*)
J.P. Mauriès (*Paris, France*)
J. Niethammer (*Bonn, Germany*)
J.M. Nieto (*León, Spain*)
W.F. Perrin (*La Jolla, U.S.A.*)
V. Sans (*Málaga, Spain*)
F. Sardà (*Barcelona, Spain*)
M.^aC. Vicente (*Barcelona, Spain*)
M. Zunino (*Torino, Italy*)

Historia Animalium es pot rebre en règim de bescanvi amb altres publicacions científiques equivalents, sempre que el Consell de Redacció ho consideri oportú.

Historia Animalium may be received on an exchange basis with other equivalent scientific publications, whenever it is allowed by the Editorial Board.

HISTORIA ANIMALIUM

JUL 25 1995

HARVARD
UNIVERSITY

VOL. 2 • 1993



UNIVERSITAT DE BARCELONA
Barcelona 1995

ANOTIS MULAMINA HISTORIA ANIMALIUM

Journal of the
Department of Zoology
University of Barcelona
Volume 1, Number 1
1993

EDITORIAL BOARD

Editor: Jordi Banaś
Editorial Board: Maria Cerdà
Editorial Board: Maria Cerdà
Editorial Board: Maria Cerdà
Editorial Board: Maria Cerdà
Editorial Board: Maria Cerdà

© Departament de Biologia Animal (Secció Zoologia)

© Publicacions Universitat de Barcelona

ISSN: 1133-1232

Dipòsit Legal: B-7.967-93

Autoedició: Libertype, S.L.

Imprimeix: Gramagraf SCCL

Disseny Coberta: Teresa Jordà

Í N D E X / S U M M A R Y

HARVARD
UNIVERSITY

- Effets toxiques du zinc sur la diversité des communautés de Protozoaires Ciliés/*Toxic effects of zinc on the diversity of Ciliated Protozoa communities.*
H. SALVADÓ, M.P. GRACIA, M. RIUS & J.M. AMIGÓ 5
- Preliminary report on elementary microanalysis of cysts of *Spraguea lophii* (Doflein, 1898) Weissenberg 1976, (Protozoa, Microspora) a microsporidian parasite of *Lophius piscatorius* L. (Teleostei, Lophiidae).
J.M. AMIGÓ, M.P. GRACIA, H. SALVADÓ & M. RIUS 13
- Sobre la nematofauna muscícola de Lanzarote (Islas Canarias)/*On moss nematofauna of Lanzarote (Canary Islands)*
ENRIQUE GADEA 21
- Contribución al conocimiento de los Símfilos del nordeste de la Península Ibérica. Descripción de *Scutigereella jupeai* n. sp. y *Parviapiciella* n. gen. (Symphyla, Myriapoda)./*Contribution to the knowledge of the Symphyla from Northeastern Iberian Peninsula. Description of Scutigereella jupeai n. sp. and Parviapiciella n. gen. (Symphyla Myriapoda)*
ANNA MAS & ANTONI SERRA 27
- Entomofauna acompañante del pulgón del lúpulo, *Phorodon humuli* (Hom., Aphididae), en la provincia de León./*Entomofauna associated with hop aphid, Phorodon humuli (Hom., Aphididae), in the province of León*
E. NÚÑEZ-PÉREZ & E.J. TIZADO 37
- A new species of *Geomyza*, with new acalyptrate records to the Iberian Peninsula (Diptera, Acalyptrata).
MIGUEL CARLES-TOLRÀ 49
- Revisió de les espècies del gènere *Diplolepis* de l'Europa centro-occidental (Hym., Cynipidae) amb una especial atenció a la península Ibèrica./*Review of Diplolepis genus species from West and Central Europe (Hym., Cynipidae) refering specially to the Iberian Peninsula*
J. PUJADE I VILLAR 57
- Morfometría en una comunidad de lacértidos mediterráneos, y su relación con la ecología./*Morphometry in a community of Mediterranean lacertid lizards, and its ecological relationships*
M.A. CARRETERO & G.A. LLORENTE 77
- A comparative multivariate study of the tree sparrow (*Passer montanus*) and barn swallow (*Hirundo rustica*) development./*A comparative multivariate study of the tree sparrow (Passer montanus) and barn swallow (Hirundo rustica) development*
M. JANIGA, R. CHRÁST & P.J. CORDERO 101
- Study on the diversity of bird populations under conditions of atmospheric pollution from the Cercs coal-fired power plant (Northeast Spain).
S. LLACUNA, A. GÓRRIZ & J. NADAL 117
- Algunos aspectos fenológicos y de la biología de la reproducción de la codorniz (*Coturnix c. coturnix*) en Cataluña (España)./*Some issues of the phenology and reproductive biology of the quail (Coturnix c. coturnix) in Catalonia (Spain)*
S. GALLEGO, M. PUIGSERVER, J.D. RODRÍGUEZ-TEJEIRO, F.J. RODRIGO-RUEDA & G. ROLDAN 125



UNIVERSITAT DE BARCELONA

PUBLICACIONS

Effets toxiques du zinc sur la diversité des communautés de Protozoaires Ciliés

H. Salvadó, M.P. Gracia, M. Rius & J.M. Amigó

Departament de Biologia Animal (Invertebrats), Facultat de Biologia,
Universitat de Barcelona, Avda. Diagonal, 645, 08028 Barcelona

Summary

Toxic effects of zinc on the diversity of Ciliated Protozoa communities.

The toxic effects of zinc have been studied on Ciliated Protozoa communities from activated sludge of sewage treatment plants. Bioassays have been performed with and without addition of dissolved oxygen. An increase in dissolved oxygen and pH along the test has been observed. *Vorticella microstoma* and *Aspidisca cicada* turned out to be the most sensitive species to zinc and those of genus *Opercularia* the most resistant. On the other hand, when zinc concentration was increased specific diversity (Shannon-Weaver, 1957) was reduced. Reduction was lower when adding dissolved oxygen.

Résumé

Effets toxiques du zinc sur la diversité des communautés de Protozoaires Ciliés

On a étudié les effets toxiques du zinc sur des communautés de Protozoaires ciliés extraites des boues activées d'une station d'épuration. On a réalisé deux types d'essais: avec et sans addition d'oxygène dissous. On a pu constater tout au long du test une élévation du pH, et aussi de l'oxygène dissous. Pour ce qui concerne les espèces, on a pu voir que celles plus sensibles au zinc ont été *Vorticella microstoma* et *Aspidisca cicada*, tandis que les espèces du genre *Opercularia* se sont montrées comme celles les plus résistantes. D'autre part, on a observé une diminution de la diversité spécifique (Shannon-Weaver, 1957) à l'augmenter la concentration de zinc, et qu'elle est moins marquée quand il y a une addition d'oxygène dissous.

Key words: activated sludge, Ciliates, diversity, toxicity, zinc.

ISSN: 1133-1232.

INTRODUCTION

La présence du zinc dans l'environnement a été augmentée par la pollution industrielle (Hutzinger, 1982) et fréquemment on peut trouver cet élément à hautes concentrations dans les eaux résiduaires. D'ailleurs on a observé que l'intoxication des boues activées par des métaux lourds, à concentrations modérées, limite l'efficacité de ce système de dépuración (Pipes, 1966; Barth et al., 1965). Mais Hornor & Hilth (1985) montrèrent que les basses concentrations de zinc dans l'eau des rivières polluées incitent l'acclimatation des bactéries des sédiments des rivières, et Jackson & Brown (1970) et Neufeld & Hermann (1975)

montrèrent que avec des boues acclimatées, il est possible de travailler avec des concentrations de toxique plus élevées.

Pour connaître les effets du zinc sur les communautés de protozoaires ciliés des boues activées, on a fait cette étude en utilisant des bioessais. En accord avec Cairns et al. (1992), on a réalisé cette étude non pas sur des espèces, mais sur des communautés à fin d'avoir des résultats plus applicables. En plus, puisque dans les stations d'épuration il y a une addition continue d'oxygène dissous dans les boues activées, on a réalisé des tests avec et sans addition d'oxygène.

Pour mesurer la toxicité on a utilisé la diversité spécifique (Shannon & Weaver, 1957), ce qui a été proposé par Dive & Persoone (1984) quand on travaillé avec des communautés de Protozoaires, comme une simplification utile quand on a un nombre élevé d'échantillons.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les populations de Ciliés ont été obtenues à partir des boues activées de la station d'épuration d'eaux résiduaires urbaines de Gavà (Barcelonne). On a réalisé des essais avec des concentrations de 5, 10 et 20 ppm de zinc, avec un contrôle. Pour chaque essai, on a préparé deux séries, l'une sans et l'autre avec addition d'oxygène dissous par agitation à l'aide d'un agitateur orbital. Les essais ont été faits avec des Erlenmeyers de 100 ml, avec seulement 75 ml d'échantillon pour assurer une bonne agitation. On a étudié la concentration d'oxygène dissous et les valeurs de pH tout au long du test et la température a été maintenue à 20°C.

Le nombre d'individus de chaque espèce a été compté avec un microscope photonique sur plusieurs échantillons (4 à 8, selon la concentration de Ciliés) de 40 microlitres au début du test (0h) et au bout de 15, 24 et 48 heures. L'identification des espèces a été réalisée avec les techniques d'impregnation argentique de Klein (1928), Tuffrau (1967) et Fernández-Galiano (1976) et leur détermination a été faite selon Kahl (1930-35), Curds (1982), Curds et al. (1983), Foissner et al. (1991), et Foissner et al. (1992). Ainsi, pour chaque flacon on a calculé la concentration d'individus des différentes espèces et la diversité spécifique selon Shannon-Weaver (1957).

RESULTATS ET DISCUSSION

Pour ce qui concerne les paramètres physico-chimiques, on a observé un accroissement du pH avec le temps, lequel dans les essais avec addition d'oxygène dissous (Figure 1) est presque égale chez les différentes concentrations de zinc. Ainsi, chez les essais sans agitation (Figure 2), le pH, à haute concentration de métal devient presque constant, tandis que dans le contrôle et à 5 ppm de zinc il augmente, mais après un période de temps pendant lequel il y a une diminution. Cet accroissement du pH est plus marqué chez les essais avec agitation.

Quant à la concentration d'oxygène dissous chez les essais avec agitation (Figure 3), on voit qu'il y a une augmentation avec le temps, qui est très marquée au

Effets toxiques du zinc sur des Ciliés

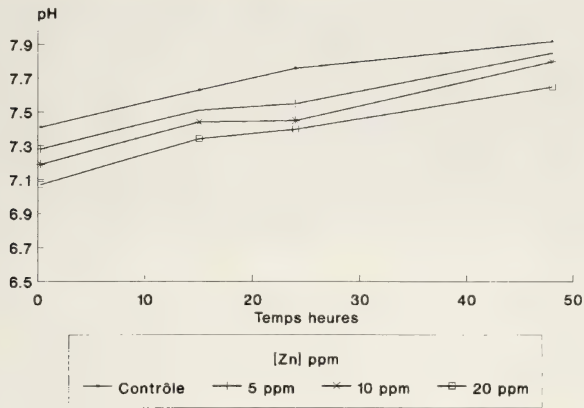


Figure 1.- Évolution du pH dans les essais avec agitation.
 Figure 1.- Evolution of pH along the agitation assays.

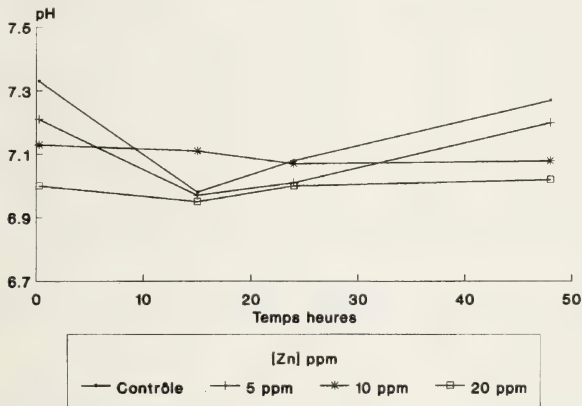


Figure 2.- Évolution du pH dans les essais sans agitation.
 Figure 2.- Evolution of pH along the static assays.

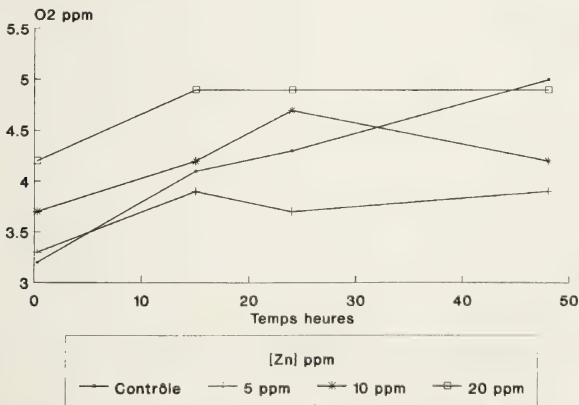


Figure 3.- Évolution de l'oxygène dissous chez les essais avec agitation.
 Figure 3.- Evolution of dissolved oxygen in agitation assays.

contrôle, ce qui veut dire qu'il y a une diminution de la demande biochimique en oxygène (B.O.D.). Mais dans les essais avec 5 et 10 ppm, cette diminution de la B.O.D. est plus faible à cause des effets toxiques du Zinc sur les Ciliés et les bactéries, ce qui fait que la concentration d'oxygène dissous augmente moins. Par contre, à 20 ppm., il y a aussi une forte et rapide augmentation de l'oxygène dissous, ce qui met en évidence la toxicité de ce métal à hautes concentrations. Ces résultats s'accordent avec ceux obtenus par Fernández-Leborans et al. (1985) en travaillant sur la toxicité du plomb chez des communautés naturelles de Ciliés.

TEMPS	0h				15h				24h				48h			
CONCENTRATION ZN (ppm)	C	5	10	20	C	5	10	20	C	5	10	20	C	5	10	20
<i>Acineria uncinata</i>	81	146	162	87.5	0	316	240	300	37	450	500	700	25			
<i>Uronema marium</i>	4.8	156	0	0	0	41	20	37	0	75	75	975	0			
<i>Opercularia minima</i>	104	989	925	462	425	358	280	525	562	475	1050	2450	200			
<i>O. coarctata</i>	275	416	150	50	25	50	40	50	50	0	0	0	0			
<i>O. microdiscum</i>	160	937	662	475	137	316	460	562	337	75	450	275	25			
<i>Vorticella microstoma</i>	4.8	156	25	0	0	75	20	0	0	25	0	0	0			
<i>Aspidisca cicada</i>	143	989	225	62	25	391	200	137	37	325	425	225	0			
TOTAL DES CILIÉS	786	5000	2175	1150	612	1658	1320	1625	1025	1425	2500	6225	300			

Tableau 1.- Concentration (ind./ml) des principales espèces de Ciliés dans les essais avec agitation.
Table 1.- Concentration (ind/ml) of the main ciliate species along the agitation assays.

TEMPS	0h				15h				24h				48h			
CONCENTRATION ZN (ppm)	C	5	10	20	C	5	10	20	C	5	10	20	C	5	10	20
<i>Acineria uncinata</i>	81	158	100	100	87.5	150	175	37.5	25	62.5	87.5	12.5	25			
<i>Uronema marium</i>	4.8	0	0	0	0	12.5	0	0	12.5	100	225	150	50			
<i>Opercularia minima</i>	104	191	375	312	612	600	687	612	687	700	525	150	337			
<i>O. coarctata</i>	275	83.3	0	0	62.5	0	12.5	0	62.5	0	0	0	0			
<i>O. microdiscum</i>	160	258	400	337	362	387	462	337	337	300	362	37.5	87			
<i>Vorticella microstoma</i>	4.8	33.3	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0			
<i>Aspidisca cicada</i>	143	208	75	100	37.5	162	137	125	25	200	100	37.5	37			
TOTAL DES CILIÉS	786	933	962	850	1162	1325	1487	1137	1150	1400	1300	387	562			

Tableau 1.- Concentration (ind./ml) des principales espèces de Ciliés dans les essais sans agitation.
Table 1.- Concentration (ind/ml) of the main ciliate species along the static assays.

On a pu mettre en évidence que certaines espèces comme *Vorticella microstoma* et *Aspidisca cicada* sont très sensibles au zinc (Tableaux 1 et 2), puisque avec et sans additon d'oxygène, leur TLm (limite de tolérance moyen ou concentration à laquelle il y a le 50% de survivance) au bout des premières 24 heures d'intoxication était inférieure à 5 ppm. D'autre part, on a vu que les espèces du genre *Opercularia* sont celles qui présentaient une plus grande résistance, du moment qu'elles même augmentaient leur population entre 5 et 20 ppm de Zinc, aussi bien avec que sans additon d'oxygène dissous, malgré que leur activité fût très faible. Tous ces effets étaient toujours plus marqués au bout de 48 heures d'intoxication.

D'autre part, l'étude de la diversité spécifique (Shannon-Weaver, 1957) nous a montré que celle-ci se réduisait à l'augmenter la concentration de zinc, et aussi avec le temps (Figures 4 et 5). D'ailleurs, on a vu aussi que la réduction de la diversité était plus forte chez les essais sans agitation (Figures 4 et 5).

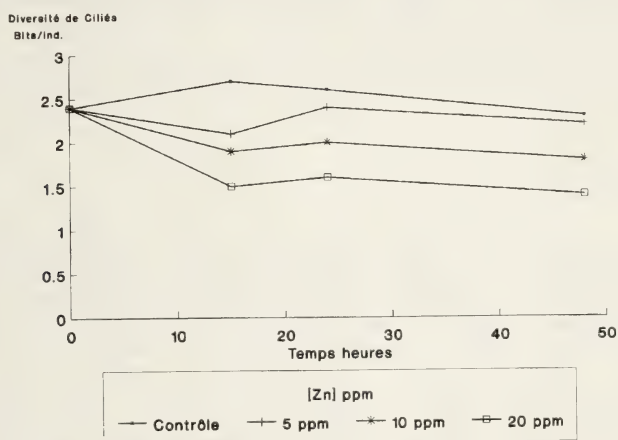


Figure 4.— Évolution de la diversité spécifique (Shannon-Weaver, 1957), dans les essais avec agitation.
Figure 4.— Evolution of specific diversity (Shannon-Weaver, 1957), along agitation assays.

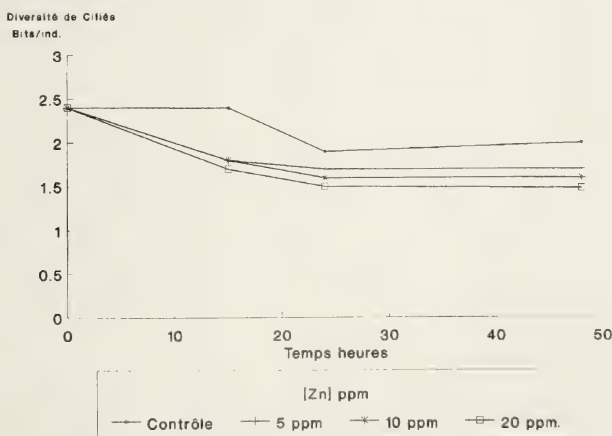


Figure 5.— Évolution de la diversité spécifique (Shannon-Weaver, 1957), chez les essais sans agitation.
Figure 5.— Evolution of specific diversity (Shannon-Weaver, 1957), along static assays.

On a choisi la diversité comme un indicateur de la toxicité, puisque on pense qu'elle n'est pas une simplification comme disent Dive & Persoone (1984), mais qu'elle nous permet, au contraire de l'étude individuel de la concentration de chaque espèce, faire un étude globale sans que l'augmentation d'une seule espèce, due peut être à la plus grande résistance au toxique et à l'élimination de la concurrence, nous dénature le résultat final.

CONCLUSION

On a pu conclure que les diverses espèces ont une très différente sensibilité face au zinc, et que cette sensibilité se voit normalement augmentée quand il n'y a pas addition d'oxygène dissous. En plus, on a constaté que la diversité se réduit quand on augmente la concentration du toxique. Enfin on peut dire que la diversité spécifique est un très bon indicateur de la toxicité pour les tests multispécifiques, puisque l'étude de la concentration de chaque espèce peut être affectée par les interrélations spécifiques qui se donnent dans la communauté.

BIBLIOGRAPHIE

- BARTH, E.F., ETTINGER, M.B., SALOTTO, B.V. & Mc DERMOTT, G.N. 1965. Summary report on the effects of heavy metals on the biological treatment processes. *Journal WPCF*, 37 (1): 86-96.
- CAIRNS J., Jr., Mc CORMICK, P.V. & NIEDERLEHNER, B.R. 1992. Estimating ecotoxicological risk and impact using indigenous aquatic microbial communities. *Hydrobiologia*, 273: 131-145.
- CURDS, C.R. 1982. *British and Other Freshwater Ciliated Protozoa*. Part I. Cambridge University Press, London.
- CURDS, C.R., GATES, M.A. & ROBERTS, D. McL. 1983. *British and Other Freshwater Ciliated Protozoa*. Part II. Cambridge University Press, London.
- DIVE, D. & PERSOONE, G. 1984. Protozoa as test organisms in marine ecotoxicology: luxury or necessity?. In: *Ecotoxicological Testing for the Marine Environment*. G. Persoone, E. Jaspers & C. Claus, (Eds). State Univ. Ghent and Inst. Mar. Scient. Res., Bredene, Belgium. Vol. 1. 798 p.
- FERNÁNDEZ-GALIANO, D. 1976. Silver impregnation of Ciliated Protozoa: Procedure yielding good results with the pyridinated silver carbonate method. *Trans. Am. Micr. Soc.*, 95: 557-560.
- FERNÁNDEZ-LEBORANS, G., ANTONIO-GARCÍA, M.T. & CORPAS-VÁZQUEZ, I. 1985. The effects of Lead on some Protozoan Communities, Ciliates of the Santillana Reservoir and Ciudad Universitaria (Madrid, Spain). *Acta Protozoologica*, 24(2): 85-109.
- FOISSNER, W., BLATTERER, H., BERGER, H. & KOHMANN, F. 1991. *Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems*. Band I: Cytrophorida, Hypotrichia, Colpodea. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 1/91, 478 pp.
- FOISSNER, W., BERGER, H. & KOHMANN, F. 1992. *Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems*. Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 5/92, 502 pp.
- HORNOR, S.G. & HILTH, B.A. 1985. Distribution of Zinc-tolerant Bacteria in stream sediments. *Hydrobiologia*, 128: 155-160.
- HUTZINGER, O. 1982. *The handbook of environmental chemistry*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York. 11 vol, vols 1,2 et 3.
- JACKSON, S. & BROWN, V. 1970. Effect of toxic wastes on treatment proceses and watercourses. *Water Pollut. Control* (London): 292.
- KAHL, A. 1930-35. *Urtiere oder Protozoa*. I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria), eine Bearbeitung, der freilebenden und ectocommensalen Infusorien der Erde, unter Ausschluss der marinen Tintinnidae. In: *Die Tierwelt Deutschlands*, DAHL, F. (Ed.), Teil 18 (jahre 1930), 21 (1931), 25 (1932), 30 (1935), 886 pp. G. Fischer, Jena.

Effets toxiques du zinc sur des Ciliés

- KLEIN, B.M. 1926. Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Weitere Resultate. *Arch. Protistenk.*, 62: 177-260.
- NEUFELD, R.D. & HERMANN, E.R. 1975. Heavy metal removal by acclimated sludge. *J. WPCF*, 47(2): 310-329.
- PIPES, O. 1966. The ecological approach to the study of activated sludge. *Advan. Appl. Microbiol.*, 8: 77-103.
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W. 1957. *The mathematical Theory of Communications*. University of Illinois Press, Urbana, Ill.
- TUFFRAU, M. 1967. Perfectionnements et pratique de la technique d'impregnation au protargol des Infusoires Ciliés. *Protistologica*, 3: 91-98.

* PROJET SUBVENTIONNÉ PAR LE CICYT PB 88-0212

Data de recepció: 20 de juny de 1993

Data d'acceptació: 20 de novembre de 1993

Preliminary report on elementary microanalysis of cysts of *Spraguea lophii* (Doflein, 1898) Weissenberg 1976, (Protozoa, Microspora) a microsporidian parasite of *Lophius piscatorius* L. (Teleostei, Lophiidae)

J.M. Amigó, M.P. Gracia, H. Salvadó & M. Rius

*Departament de Biologia Animal (Invertebrats), Facultat de Biologia,
Universitat de Barcelona, Avda. Diagonal, 645, 08028 Barcelona*

Summary

Preliminary report on elementary microanalysis of cysts of *Spraguea lophii* (Doflein, 1898) Weissenberg 1976, (Protozoa, Microspora) a microsporidian parasite of *Lophius piscatorius* L. (Teleostei, Lophiidae).

In this paper a microanalytical study of *Spraguea lophii* cysts has been carried out, finding high Calcium levels in the center of the xenoma where the diplokaryotic spores are located. Having found no vascularization of parasite mass and seasonal variations in this phenomenon a non-dystrophic origin of calcifications is discussed. Such presence of Calcium in the center of xenomas suggests that diplokaryotic spores are latency stages of this microsporidium for parasite transmission after the host's death.

Resum

Nota preliminar sobre la microanàlisi elemental de cists de *Spraguea lophii* (Doflein, 1898) Weissenberg 1976 (Protozoa, Microspora), un microsporidi paràsit de *Lophius piscatorius* L. (Teleostei, Lophiidae)

En el present article es presenta un estudi microanalític dels cists de *Spraguea lophii* trovant-se elevats nivells de Calci en el centre del xenoma on es troben localitzades les espores diplocariòtiques. Donada l'absència de vascularització en la massa de paràsit i l'estacionalitat del fenomen es discuteix l'origen no distròfic de les calcificacions. Aquesta presència de Calci en el centre dels xenomes suggereix que les espores diplocariòtiques són formes de latència d'aquest microsporidi per a la transmissió del paràsit després de la mort del seu hoste.

Keywords: *Spraguea lophii*, Protozoa, *Lophius piscatorius*, Pisces, microanalysis, non-dystrophic calcification.

ISSN: 1133-1232.

INTRODUCTION

Spraguea lophii (Doflein 1898) Weissenberg 1976, is a very usual microsporidian parasite of the angler-fish *Lophius piscatorius* L. This unique species of the genus *Spraguea* has a complex developmental cycle involving monokaryotic stages (or «Nosemoides» type stages) and diplokaryotic stages (or

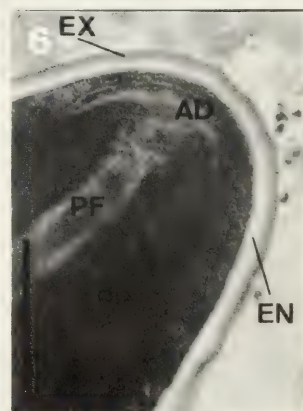
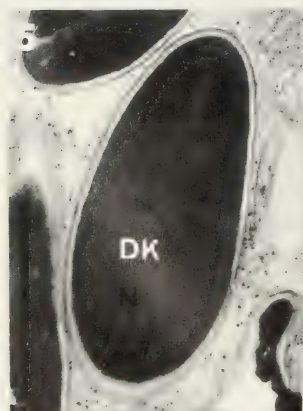
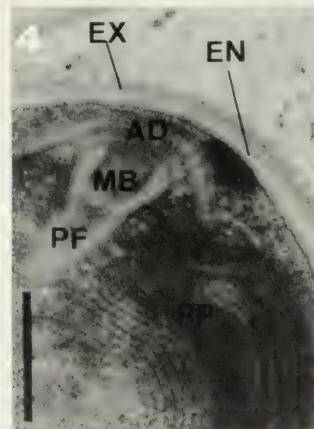
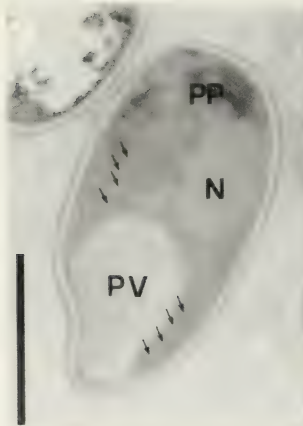
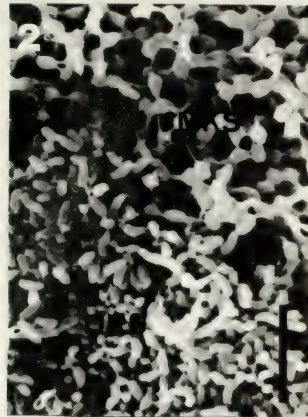
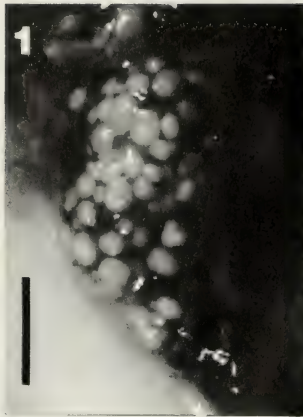


Figure 1.– Cluster of cysts of *Spraguea lophii* infecting ganglion cells of *Lophius piscatorius* pericardium (Scale: 1cm)

Figure 2.– Scanning electron microscope image of a cyst of *Spraguea lophii* showing outer areas with monokaryotic spores (MKS) and central areas with diplokaryotic spores (DKS) (Scale: 10 μ m)

Figure 3.– TEM photograph of a monokaryotic spore of *Spraguea lophii*. A single nucleus is observed (Scale: 1 μ m).

Figure 4.– Detail of figure 3 showing the fine ridges of exospore, characteristic of monokaryotic spores of *Spraguea lophii* (Scale: 0.2 μ m).

Figure 5.– TEM photograph of a diplokaryotic spore of *Spraguea lophii*. Two nuclei closely arranged and forming a diplokaryon can be observed (Scale: 1 μ m).

Figure 6.– Detail of figure 5 showing the smooth surface of exospore, characteristic of diplokaryotic spores of *Spraguea lophii* (Scale: 0.1 μ m).

«Nosema» type stages). All developmental stages occur within the same cyst (Figure 2) which is organized in an outer part with monokaryotic spores (Figures 3 & 4) and trophozoites and a central part with diplokaryotic spores (Figures 4 & 5) and trophozoites (Loubès *et al.*, 1979). This parasite usually affects host's nervous tissues and ganglion cells forming big cyst clusters that follow the nervous plexes (Figure 1). More data on the distribution of cysts in the nervous system of *L. piscatorius* and *Lophius budegassa* are available on Weissenberg (1911).

In the course of previous investigations concerning spore extraction and purification it could be observed that the cysts of *S. lophii* usually presented strong and apparently mineralized areas. This paper is a contribution to the knowledge of this parasite.

MATERIALS AND METHODS

Abbreviations used in the text and figures:

→	Polar filament coils	Voltes de filament polar
AD	Anchoring disk	Caputxó polar
DK	Diplokaryon	Diplocarió
DKS	Diplokaryotic spores	Espores diplocariòtiques
EX	Exospore	Exospori
EN	Endospore	Endospori
MB	Manubrium	Manubri
MKS	Monokaryotic spores	Espores monocariòtiques
N	Nucleus	Nucli
PF	Polar filament	Filament polar
PP	Polaroplast	Polaroplast
PV	Posterior vacuole	Vacúol posterior
TEM	Transmission electron microscopy	Microscòpia electrònica de transmissió
SEM	Scanning electron microscopy	Microscòpia electrònica de rastreig
v/v	Volume/Volume	Volum/Volum
w/v	Weight/Volume	Pes/Volum

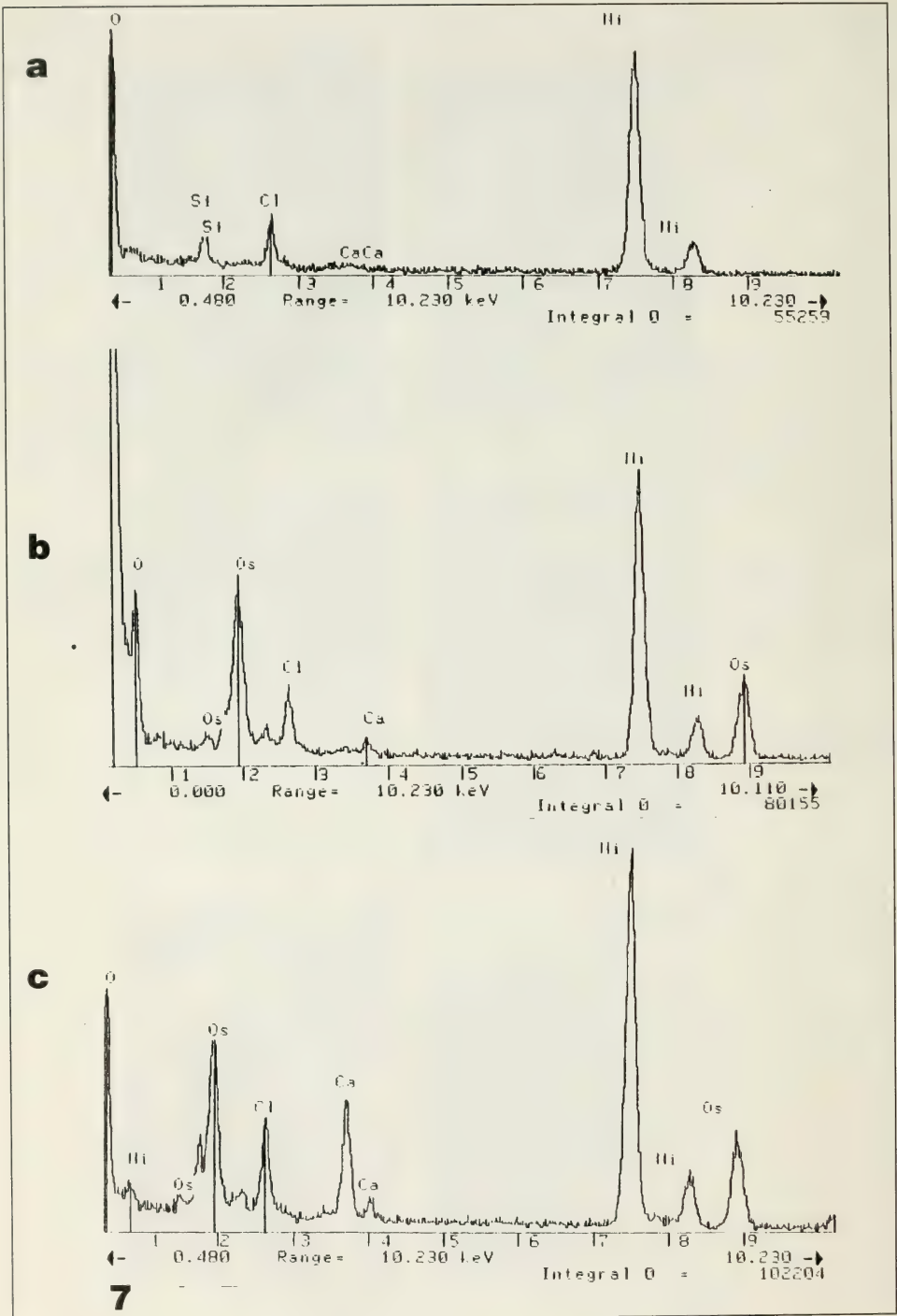


Figure 7.— Results of microanalysis (See text for details). a, control area. The absence of calcium is demonstrated; b, analysis of a spot in monokaryotic spore matrix of *S. lophii* (Outer part of cyst); c, analysis of a spot in diplokaryotic spore matrix of *S. lophii*. (Inner part of cyst).

Cysts of *S. lophii* were taken from *L. piscatorius* of the Atlantic Ocean (Galicia, NW Spain). The cysts were located close to the spinal column at the roots of motor nervous plexes of the troncal region.

Material collected in October 1992 was fixed for 2h at 4°C with Glutaraldehyde 2.5% (v/v in Caccodilate buffer 0.2M at pH 7.2), post-fixed for 1h at 4°C with Osmium Tetraoxyde 1% (w/v in Caccodilate buffer 0.2M at pH 7.2).

Samples for transmission electron microscopy were dehydrated in acetone and embedded in Spurr resin. Semithin sections were stained with Methylene Blue 1% (w/v in Borax buffer 1%) for optical microscopy. Ultrathin sections of 90 nm were contrasted with Lead Citrate and Uranyl Acetate (Reynolds, 1963) for current electron microscopy. Non contrasted sections were collected with Nickel grids and studied by X-ray energy dispersion microanalysis with a Hitachi H-600 MT transmission electron microscope at 100 kV. A control microanalytical measurement was made in an area of the section without material to reject the possibility of having Calcium in the resin. All materials for sample treatment were chosen avoiding at least primary and secondary peak interference with calcium corresponding peaks, according to Johnson & White (1970). Thus the different main peaks such as Osmium (due to postfixation) and Nickel (due to section-collecting grids) were far enough from Calcium to avoid interference in the results.

Samples for scanning electron microscopy were deep-frozen by immersion in liquid nitrogen and were then freeze-dried for 48h at -70°C and a high vacuum pressure of 5×10^{-3} Torr. Samples were then Gold-sputtered and observed under a Leica-Cambridge Stereoscan LC-360 Scanning Electron Microscope at 15Kv.

RESULTS

Cysts were organized in an outer parts with monokaryotic spores and trophozoites and an inner parts with diplokaryotic spores which were smaller in size, and other developmental stages (Figure 2).

No Calcium was detected in the microanalytical measurements of resin control area, however the most important peaks found corresponded to Nickel and Chlorine due to section collecting grids and resin composition respectively (Figure 7a). Monokaryotic parts of the cyst presented very low levels of Calcium (Figure 7b). The study of diplokaryotic areas showed there were high levels of Calcium in the extrasporal matrix. Chlorine seemed to increase with Calcium but due to its presence in the embedding resin we cannot have significative results on Chlorine (Figure 7c).

The study of contrasted sections showed that calcification did not have any effect on the morphology of diplokaryotic spores (Figures 5 and 6).

DISCUSSION

Transmission and Scanning Electron Microscopy Microanalytic techniques have already been used in the study of various aspects of parasitic copepods (Durfort & Poquet, 1988; Poquet, 1984 and 1986) but no previous data are available on X-ray microanalysis of microsporidia.

Calcification has usually been reported in other host-parasite relationships. In our case it seems that calcification does not occur as a dystrophic process similar to those of *Toxoplasma gondii* (Ferguson *et al.*, 1991), protostrongylid Nematoda (Solstysiak & Bartczak, 1990), *Onchocerca armillata* (Mtei & Sanga, 1990) or Cestoda of the genus *Taenia* (Fan *et al.*, 1989), in which calcium is deposited by the host around the parasite starting from the collagenous walls to finally result in complete parasite mineralization and inactivation. In fact this calcification seems also different from those usually found in some microsporidian parasites of the genus *Glugea* in which dystrophic calcification is found together with cyst vascularization and granuloma formation in advanced stages of cyst destruction (Lom *et al.*, 1992), however no detailed study of this calcification has been done and no precise data on calcium localization is available. In *S. lophii* cysts unlike the cases above, calcifications are found in the center of the parasite mass, without any effect on the spore morphology. Unlike calcifications in *Glugea* cysts, the phenomenon is not related to the age but subjected to seasonal variations and cyst vascularization was never found in our samples. Calcium however has been reported as an inhibitor of microsporidian spore germination (Dall, 1983; Undeen and Avery, 1988; Undeen, 1990). Calcium may also have a cement function keeping groups of spores clotted together so the possibilities of this clot being eaten and causing an infection are higher. Spore germination inhibition and cementation would end however in the acidic stomach media that would dissolve calcium. This may suggest that *Spraguea lophii* diplokaryotic spores are latency forms for long term parasite transmission after the host's death, and monokaryotic spores are the autoinfective forms that cause the clusters of cysts along the nervous cells. The function of diplokaryotic spores as dispersive stages of infection is also supported by the studies of Weissenberg (1911) in which he failed experimental transmission of the illness to *Lophius piscatorius*, many years later however he suggested the existence of a fish intermediate host (1976).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank staff at the Unitat de Microscòpia Electrònica, Serveis Científic-Tècnics, Universitat de Barcelona for their help and technical advice.

REFERENCES

- DALL, D.J. 1983. A theory for the mechanism of polar filament extrusion in the microspora. *J. Theor. Biol.*, 105: 647-659.
- DOFLEIN, F. 1898. Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. III. Ueber Myxosporidien. *Zool. Jahrb. Anat.*, 11: 281-350.
- DURFORT, M. & POQUET, M. 1989. La biomineralització cel·lular, microanàlisi de concrecions inorgàniques en tres espècies de copèpodes. *Tècniques físiques d'anàlisi (Trobades científiques de la Mediterrània, Maó 1988). Col·lecció Actes 10*: 79-99. CIRIT, Barcelona.
- FAN, P.C., LIN, C.Y., WU, C.C., CHUNG W.C. & SOH, C.T. 1989. Experimental studies of Korea Taenia (Cheju Strain) infection in domestic animals. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 83: 394-404.
- FERGUSON, D.J.P., GRAHAM, D.I. & HUTCHISON, W.M. 1991. Pathological changes in the brains of mice infected with *Toxoplasma gondii*: A histological, immunocytochemical and ultrastructural study. *Int. J. Exp. Pathol.*, 72: 463-474.
- JOHNSON, G.C. & WHITE, E.W. 1970. *X ray emission wavelengths and KeV tables for nondiffractive analysis*. American Society for Testing and Materials.
- LOM, J. & DYKOVÁ, I. 1992. *Protozoan parasites of fishes*. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 26. Elsevier. Amsterdam.
- LOUBÈS, C., MAURAND, J. & ORMIÈRES, R. 1979. Étude ultrastructurale de *Spraguea lophii* (Doflein, 1898) Weissenberg 1976, microsporidie parasite de la Baudroie: essai d'interprétation du dimorphisme sporale. *Protistologica*, XVII: 43-54.
- MTEI, B.J. & SANGA, H.J.N. 1990. Aortic onchocercosis and elaeophrosis in traditional TSZ-cattle in Tabora (Tanzania): Prevalence and pathology. *Vet. Parasitol.*, 36: 165-170.
- POQUET, M. 1984. Ultraestructura del tracto digestivo de copépodos parásitos de peces: *Lernanthropus kroyerii* van Beneden y *Caligus minutus* Otto. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- POQUET, M. 1986. Origen de las concreciones minerales en las células intestinales de copépodos parásitos. Estudio microanalítico y ultraestructural. *Misc. Zool.* 10: 121-128.
- REYNOLDS, E.S. 1963. The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. *J. Cell. Biol.*, 17: 208-212.
- SOLSTYSIAK, Z. & BARTCZAK, R. 1991. Invasion of lung nematodes from the Protostrongylidae family in mouflons in the Owl Mountains (Poland). *Medycyn. Weteryn.*, 47: 160-161.
- UNDEEN, A.H. 1990. A proposed mechanism for the germination of microsporidian (Protozoa: Microspora) spores. *J. Theor. Biol.*, 142: 223-235.
- UNDEEN, A.H. & AVERY S.W. 1988. Effect of anions on the germination of *Nosema algerae* (Microspora: Nosematidae) spores. *J. Invertebr. Pathol.*, 52: 84-89.
- WEISSENBERG, R. 1911. Über Mikrosporidien aus dem Nervensystem von Fischen (*Glugea lophii* Doflein) und die Hypertrophie des befallenen Ganglienzellen. *Arch. Mikrosk. Anat.* 78: 383-421.
- WEISSENBERG, R. 1976. Microsporidian interactions with host cells. In: *Comparative Pathobiology. Vol. 1. Biology of the microsporidia*. BULLA L.A. & CHENG T.C. (eds.), 203-237. Plenum Press, New York and London.

Data de recepció: 14 de setembre de 1993

Data d'acceptació: 21 de juny de 1994

Sobre la nematofauna muscícola de Lanzarote (Islas Canarias)

Enrique Gadea

Departament de Biologia Animal (Invertebrats), Facultat de Biologia,
Universitat de Barcelona, Avda. Diagonal, 645, 08028 Barcelona

Summary

On moss nematofauna of Lanzarote (Canary Islands).

This paper is a contribution to the knowledge of the moss inhabiting nematofauna in materials from Lanzarote Is. The found nematic species are usual forms in the mediterranean bryophytic microfauna. The most interesting found species is *Discolaimus major*, which is new to Canary Islands. The found nematocenosis is relatively poor and presents the following biotic composition: bryophageous, 30%; phytodetritophagous and saprobiontic, 70%; predaceous are absent. The dominant species are *Rhabditis producta*, *Plectus cirratus*, *Eudorylaimus centrocerus* and *Mesodorylaimus bastiani*.

Resumen

Sobre la nematofauna muscícola de Lanzarote (Islas Canarias).

Esta nota es una contribución al conocimiento de la nematofauna muscícola de la isla de Lanzarote. Las especies halladas son formas comunes en la microfauna briofítica mediterránea, siendo la más interesante *Discolaimus major*, nueva para Canarias. La nematocenosis es relativamente pobre, con la siguiente composición biótica: briófagos, 30%; fitodetrítófagos y saprobionticos, 70%; faltan los depredadores. Las especies dominantes son *Rhabditis producta*, *Plectus cirratus*, *Eudorylaimus centrocerus* y *Mesodorylaimus bastiani*.

Key words: Moss nematofauna, Lanzarote, Canary Islands, faunistics.

ISSN: 1133-1232.

INTRODUCCIÓN

En esta nota se da cuenta de los resultados nematodológicos hallados en la microfauna hidrófila de musgos procedentes de la isla de Lanzarote, en el archipiélago canario, recolectados en Septiembre de 1989. En un trabajo anterior del autor (Gadea, 1973) se estudió la nematofauna liquenícola de dicha isla (Figura 1).

Teniendo en cuenta la naturaleza enteramente volcánica y el poblamiento relativamente reciente, así como las condiciones de extrema sequedad edáfica de dicho paraje insular, las condiciones de existencia de los musgos son muy difíciles, y por ello esta vegetación primordial es muy rala y la microfauna que alberga muy escasa y casi precaria. Por ello se ha creído interesante dar a conocer estos resultados y comentarlos en relación con los de otras islas del archipiélago.

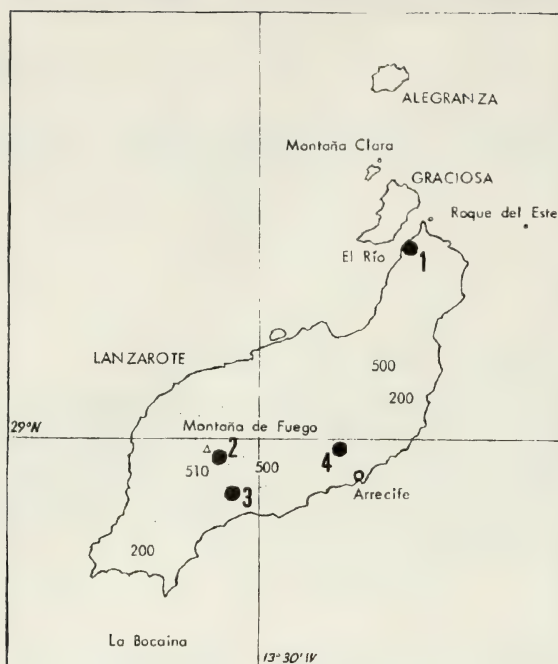


Figura 1.- Mapa de la isla de Lanzarote con indicación de las localidades estudiadas.
 Figure 1.- Map of Lanzarote island, showing the studied localities.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material estudiado consiste en cuatro muestras de musgos con parte del sustrato inmediato, adecuadamente desecados para su conservación. Las características y procedencia de cada una de ellas se indica en el estudio analítico de las mismas.

La prospección de la microfauna hidrófila se ha realizado por la vía acuosa (método de Baermann), siguiendo las directrices de Ramazzotti (1958). Para el estudio de la nematofauna en particular se han teñido los ejemplares con azul de metileno («cotton blue») y se han montado en lactofenol (método de Goodey).

RESULTADOS

A continuación se indican los resultados del estudio analítico de las muestras, convenientemente numeradas. En todos los casos los resultados nematológicos vienen recogidos en la tabla 1.

Muestra 1. Mirador del Río, 1-XII-1989. Tapiz de musgos hipnáceos (1 cm de espesor) sobre sustrato terroso en suelo volcánico, con partículas minerales

calcáreas y arcillosas, con pocos restos fitodetríticos (polen de pino). Reacción del medio ligeramente alcalina (pH= 8,5). Microflora: bacterias. Microfauna: ciliados (*Colpoda*, *Lionotus*), rotíferos (*Callidina*), tardígrados (*Macrobiotus*), colémbolos y ácaros; sin tecameboideos.

Muestra 2. Parque Nacinal de Timanfaya, 2-XII-1989. Tapiz de musgos hipnáceos (0,5 cm de espesor) sobre substrato terroso en suelo volcánico, con partículas minerales finas no calcáreas y restos fitodetríticos. Reacción del medio ligeramente alcalina (pH= 8,2). Microflora: bacterias y diatomeas. Microfauna: ciliados (*Colpoda*, *Euplotes*, *Stylonichia*), rotíferos (*Callidina*), tardígrados (*Macrobiotus*) y larvas de quironómidos; sin tecameboideos.

Muestra 3. Cueva de los Verdes, 1-XII-1989. Revestimiento musgoso (0,1-0,2 cm de espesor) sobre substrato terroso en suelo volcánico, con partículas minerales finas calcáreas y arcillosas y numerosos restos fitodetríticos. Reacción del medio ligeramente alcalina (pH= 8,5). Microflora: bacterias, diatomeas, cianofíceas (*Oscillatoria*) y algas filamentosas. Microfauna: ciliados (*Colpoda*, *Chilodon*, *Euplotes*), rotíferos (*Callidina*), tardígrados (*Macrobiotus*), tecameboideos (*Centropyxis*), ácaros oribátidos y numerosas larvas de quironómidos.

Muestra 4. Tegui, 1-XII-1989. Tapiz ralo de musgos hipnáceos (0,5 cm de espesor) sobre substrato terroso en suelo volcánico con partículas minerales calcáreas y arcillosas y restos fitodetríticos. Reacción del medio ligeramente alcalina (pH= 8,5). Microflora: bacterias, diatomeas y cianofíceas (*Nostoc*). Microfauna: ciliados (*Euplotes*, *Oxytricha*, *Chilodon*), rotíferos (*Callidina*), tardígrados (muy numerosos: *Macrobiotus*, *Hypsibius*) y tecameboideos (escasos: *Centropyxis*).

N.º Especie	Muestras				T	%
	1	2	3	4		
1 <i>Mesodorylaimus bastiani</i>	—	51	10	—	61	8.4
2 <i>Eudorylaimus carteri</i>	31	—	16	—	47	6.5
3 <i>Eudorylaimus doryuris</i>	—	30	—	—	30	4.1
4 <i>Eudorylaimus centrocerus</i>	—	68	7	—	75	10.4
5 <i>Discolaimus major</i>	—	4	—	—	4	0.5
6 <i>Eumonhyestera vulgaris</i>	19	—	—	13	32	4.4
7 <i>Plectus cirratus</i>	22	55	—	—	77	10.7
8 <i>Plectus parietinus</i>	29	—	—	—	29	4.0
9 <i>Wilsonema auriculatum</i>	18	28	—	—	46	6.3
10 <i>Ditylenchus intermedius</i>	—	15	—	—	15	2.0
11 <i>Rhabditis producta</i>	—	61	87	—	148	20.6
12 <i>Cephalobus nanus</i>	—	47	8	—	55	7.6
13 <i>Eucephalobus elongatus</i>	—	44	12	—	56	7.8
14 <i>Acrobeles ciliatus</i>	12	15	19	—	46	6.4
	131	418	159	13	721	100.0

Tabla 1.

En la tabla 1 se expresan los resultados globales de la nematofauna hallada en el material estudiado, indicándose el número de ejemplares de cada muestra y los totales, con el número de individuos de cada especie y su porcentaje del total.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el conjunto del material estudiado la nematocenosis global presenta como especies más abundantes *Rhabditis producta* (20,6%), *Plectus cirratus* (10,7 %), *Eudorylaimus centrocerus* (10,4 %), *Mesodorylaimus bastiani* (8,4 %), *Eucephalobus elongatus* (7,8 %), *Cephalobus nanus* (7,6 %), *Eudorylaimus cartieri* (6,5 %) y *Wilsonema auriculatum* (6,3 %).

Estos datos, sin embargo, tienen sólo significado relativo, ya que hay notables diferencias en las muestras en cuanto a resultados, destacando en este sentido la muestra número 4, con una sola especie nematódica. El resto de las muestras arroja resultados más significativos, pero también con diferencias notables debidas a las distintas condiciones microbiotópicas. La más rica en número de especies es la muestra número 2, correspondiente al Parque Nacional de Timanfaya.

En conjunto se trata de una nematofauna de medio muscícola hipnáceo de tipo mediterráneo, con empobrecimiento en el número de especies y de individuos, en la que faltan grupos enteros de nematodos tan importantes como los Mononchida y los Tripylida, con una relativa dominancia de los Rhabditida, Plectida y Dorylaimida.

Desde el punto de vista biótico, el 30% de las especies halladas corresponde a formas fitófagas, concretamente briófagas, representadas exclusivamente por Dorylaimida; el 70% restante está integrado por las formas fitodetrítófagas y saprobióticas, representadas por Monhysterida, Plectida, Tylenchida y Rhabditida. Faltan por completo las formas depredadoras (típicamente Mononchida y Tripylida). Un resultado análogo, aunque no idéntico, fue hallado por el autor (Gadea, 1973) en la nematofauna liquenícola de esta misma isla. No cabe duda de que se trata de una nematocenosis incompleta y desequilibrada en favor de las formas fitodetríticas y, sobre todo, saprobióticas. No se dispone de suficientes datos para hacer más consideraciones al respecto.

Todas las especies halladas son formas conocidas y la mayoría son muy comunes y cosmopolitas. En este sentido no hay que señalar novedad alguna, confirmando una vez más el carácter prácticamente ecuménico de esta nematofauna, que es similar a la de los biótopos análogos de territorios afines, aconteciendo lo mismo con el resto de la microfauna.

Sin embargo merece destacar el hallazgo de la curiosa especie *Discolaimus major* Thorne, 1939. Se trata de un doriálaimido propio de hábitáculos edáficos perirradicícolas. Es poco frecuente y en el material estudiado se han hallado sólo cuatro ejemplares hembra en la muestra número 2 (Parque Nacional de Timanfaya).

Todas las especies del género *Discolaimus* Cobb, 1913, se caracterizan ostentosamente por poseer una región labial en forma de disco, que las hace inconfundibles (Thorne, 1939). En la especie *D. major* dicha región discoidal es muy am-

plia y con prominentes papilas (Figura 2). Los individuos hallados, todos hembras, tienen una longitud normal, aunque no excesiva ($L=1,8-2,2$ mm); la posición de la vulva es típica ($V=55\%$). Esta especie es nueva para las islas Canarias.

Comparando estos resultados nematodológicos con los hallados en el medio muscícola de las islas de Tenerife, La Palma, Gomera, Gran Canaria y Madeira (Bello & Jiménez-Millán, 1964; Gadea 1958, 1961, 1965, 1971, 1972) se constata una evidente pobreza de la nematofauna muscícola de Lanzarote, que evidencia sus acusadas condiciones de aridez. En este sentido se halló algo parecido en las islas de Cabo Verde (Gadea, 1958). En estas disquisiciones hay que tener en cuenta que los musgos, lo mismo que los líquenes, se comportan como reactivos muy sensibles al clima y al sustrato, muy especialmente a este último, dependiendo la microfauna que albergan fundamentalmente del factor microambiental que determinan. Esta microfauna es uno de los elementos de poblamiento más interesantes de las islas e islotes, por el carácter de colonización primordial que tiene.

La nematofauna muscícola de Lanzarote hallada presenta las siguientes especies comunes con la liquenícola (Gadea, 1973): *Plectus cirratus* (21%), *Rhabditis producta* (17%), *Mesodorylaimus bastiani* (3%), *Wilsonema auriculatum* (3%) y *Eudorylaimus carteri* (3%). En esta última faltan igualmente las especies depredadoras y el número de las fitodetríticas y saprobióticas llega al 75%. En cuanto al resto de la microfauna hay una diferencia muy notable: la relativa abundancia de tardígrados en el medio muscícola frente a la ausencia total de los mismos en el medio liquenícola.

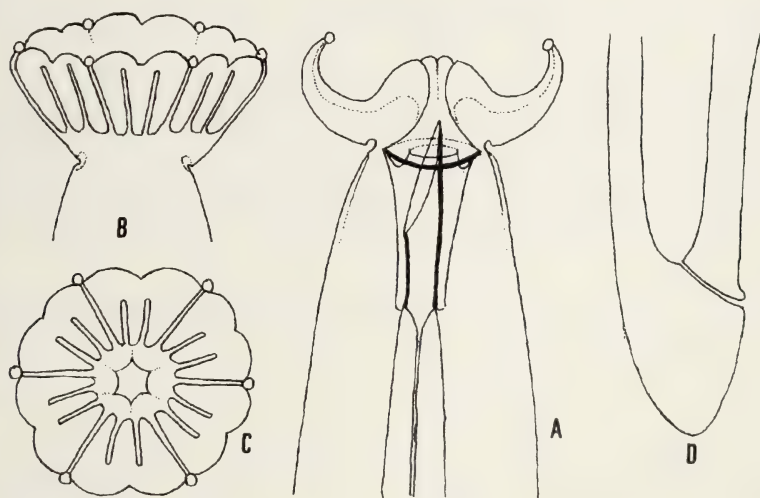


Figura 2.- *Discolaimus major* Thorne, 1939. A, región cefálica; B, región caudal; C, vista lateral del disco labial; D, vista frontal.

Figure 2.- *Discolaimus major* Thorne, 1939. A, cephalic region; B, caudal region; C, lateral view of the disc-like lip region; D, frontal view.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Maria Rambla (Dpt. Biología Animal, Univ. Barcelona) por la recolección del material estudiado.

BIBLIOGRAFÍA

- BELLO, A & JIMÉNEZ-MILLAN, F. 1964. Datos para el estudio nematológico de Tenerife. *Bol. R. Soc. esp. Hist. Nat. (Biol.)*, 62: 25-28.
- GADEA, E. 1958. Nematodos muscícolas de las islas de Cabo Verde y Madeira. *Misc. Zool.*, 1(1): 1-15.
- GADEA, E. 1961. Notas sobre algunos nematodos muscícolas de Tenerife. *Misc. Zool.*, 1(4): 2-10.
- GADEA, E. 1965. Sobre la nematofauna briodáfica de las islas Canarias. *P. Inst. Biol. Apl.*, 38: 70-91.
- GADEA, E. 1971. Sobre la nematofauna de Gomera (Islas Canarias). *P. Inst. Biol. Apl.*, 50: 121-132.
- GADEA, E. 1972. Sobre la nematofauna muscícola de La Palma (Islas Canarias). *Misc. Zool.*, 3(2): 1-8.
- GADEA, E. 1973. Sobre la nematofauna liquenícola de Lanzarote (Islas Canarias). *Misc. Zool.*, 3(3): 3-6.
- RAMAZZOTTI, G. 1958. Note sulle biocenosi dei muschi. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* «Marco di Marchi», 10: 153-206.
- THORNE, G. 1939. A monograph of the nematodes of the superfamily Dorylaimoidea. *Capit. Zool.*, 8(5): 1-261.

Data de recepció: 10 de gener de 1993

Data d'acceptació: 13 de setembre de 1993

Contribución al conocimiento de los Sínfilos del nordeste de la Península Ibérica. Descripción de *Scutigerella jupeau* n. sp. y *Parviapiciella* n. gen. (Symphyla, Myriapoda)

Anna Mas & Antoni Serra

Departament de Biologia Animal, Facultat de Biologia,
Universitat de Barcelona, Avda. Diagonal, 645, 08028 Barcelona

Summary

Contribution to the knowledge of the Symphyla from Northeastern Iberian Peninsula. Description of *Scutigerella jupeau* n. sp. and *Parviapiciella* n. gen. (Symphyla, Myriapoda).

Scutigerella jupeau n. sp. (Symphyla) is described on specimens collected on Caro mountain (Baix Ebre, Catalonia). Its main diagnostic feature is the morphology of a modified seta on femur I of female specimens. The study of specimens of *Symphylellopsis balcanica* Remy, 1943 showed that this species should be placed in a separate genus, *Parviapiciella* n. gen. The new genus is characterized by the possession of eleven pairs of digitiform outgrowths and by a noticeable development of the first pair of legs, whose tarsus is nearly as long as that of the second pair of legs. A detailed description of *P. balcanica* (Remy, 1943) is included.

Resumen

Contribución al conocimiento de los Sínfilos del nordeste de la Península Ibérica. Descripción de *Scutigerella jupeau* n. sp. y *Parviapiciella* n. gen. (Symphyla, Myriapoda).

En el presente trabajo se describe en primer lugar una nueva especie de sínfilo *Scutigere*lla *jupeau* n. sp., recolectada en el monte Caro (el Baix Ebre, Catalunya) y caracterizada fundamentalmente por la morfología de una seda modificada en el fémur I de las hembras. En segundo lugar, a partir del estudio de ejemplares de *Symphylellopsis balcanica* Remy, 1943, se crea el género *Parviapiciella* n. gen., caracterizado principalmente por tener once pares de proyecciones digitiformes y el primer par de patas bastante bien desarrollado, con el tarso casi tan grande como el del segundo par de patas. Finalmente se da una descripción detallada de los caracteres de *Parviapiciella balcanica*.

Key words: Myriapoda, Symphyla, *Scutigerella jupeau* n. sp., *Parviapiciella* n. gen., taxonomy, Catalonia.

ISSN: 1133-1232.

INTRODUCCIÓN

Tal como ocurre con muchos otros grupos zoológicos, los sínfilos de nuestro país han sido objeto de muy poca atención por parte de los especialistas. El primer trabajo publicado con respecto de nuestra fauna es el de Juberthie-Jupeau (1961) dedicado a material recolectado en la isla de Menorca, dando

como resultado el hallazgo de seis especies pertenecientes a la familia *Scolopendrellidae*. Scheller (1973) publicó un estudio de sínfilos y paurópodos de los Pirineos y más tarde (Scheller, 1990) otro sobre ejemplares recolectados en Mallorca. A partir de 1984 aparecen los primeros trabajos debidos a autores españoles: Domínguez (1984, 1990, 1992), Domínguez & Scheller (1987) y Mas (1985a, 1985b, 1986). En junio de 1985 se finalizó un estudio morfológico y sistemático de los sínfilos del nordeste de la Península Ibérica (Mas, 1985). Entre los interesantes resultados obtenidos cabe destacar el descubrimiento de una nueva especie *Scutigerella jupeaui* n. sp. y el establecimiento de un nuevo género, *Parviapiciella* n. gen., que acoge una sola especie, *Parviapiciella balcanica* que hasta el momento se denominaba *Symphylellopsiis balcanica*.

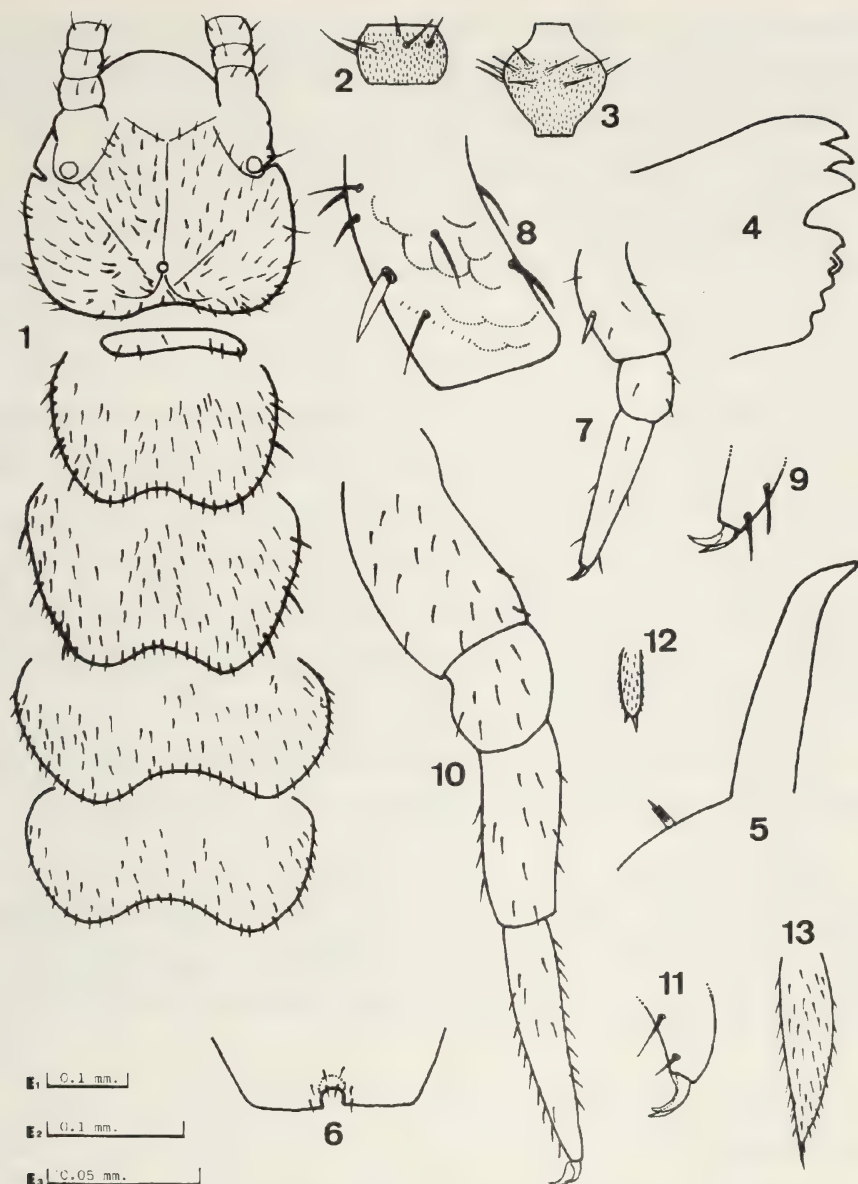
Scutigerella jupeaui n. sp.

Cuerpo de 2,6 a 4,5 mm de longitud. La cabeza (Figura 1) es relativamente ovalada, bastante ancha en la base y algo acuminada anteriormente. Está recubierta de sedas cortas y abundantes y entre ellas se distribuyen algunas más largas, especialmente cerca de la base de las antenas. La sutura coronal no presenta ninguna formación redondeada ni ovalada y es muy visible, así como las ramas anteriores y las oblicuas, las cuales tienen una disposición muy inclinada; las ramas posteriores son muy cortas y difíciles de distinguir.

Los órganos de Tömösvary son redondos. Las antenas (Figuras 2 y 3) están formadas por 19 a 33 artejos, los cuales tienen la región basal ornamentada con puntuaciones. Sobre la línea que separa las dos mitades nacen las sedas del verticilo primario, que responden a dos morfologías; unas son uniformemente delgadas y nacen de una base conspicua y las otras son más cónicas y su punto de inserción no resulta demasiado evidente. Existen también sensilias y sedas cortas y delgadas cuya base casi no es visible; las sensilias, al igual que las otras sedas, son más abundantes cuanto más apical es el artejo. El verticilo secundario aparece aproximadamente a partir del octavo artejo y más adelante se desarrolla un tercer verticilo. No existe ninguna seda antenal que posea una morfología especial y los órganos ramificados empiezan sobre el sexto artejo, aunque no siempre resultan visibles.

La placa masticadora de las mandíbulas (Figura 4) está dividida en dos partes; la anterior tiene tres dientes y la posterior cinco, más pequeños y de los cuales el último está poco definido. El primer par de maxilas tiene un palpo trifurcado (Figura 5), con la rama central ligeramente más larga que las laterales. El segundo par de maxilas está fusionado y forma un labio; su superficie está ornamentada con placas irregulares y sedas largas; alrededor de la línea central no hay ninguna franja libre de escamas sino que la sutura es muy estrecha y bien definida.

El primer terguito (Figura 1) es muy estrecho y lleva ocho sedas de longitudes muy distintas. El segundo terguito tiene el margen posterior relativamente escotado; su superficie está recubierta de sedas cortas, en general de longitud inferior a las del primer terguito; a lo largo de los bordes laterales existen algunas sedas bastante largas, las sedas latero-anteriores y dos pares más de sedas prominentes. Los demás terguitos, del tercero hasta el décimocuarto, tienen el margen posterior y la quetotaxia esencialmente como el segundo. La única diferencia



Figuras 1-13.- *Scutigerella jupeaui* n.sp. 1, cabeza y primeros terguitos; 2, artejo antenal de la zona basal; 3, artejo antenal de la zona apical; 4, mandíbula; 5, maxila; 6, último terguito; 7, pata I; 8, fémur I de una hembra; 9, uñas pata I; 10, pata XII; 11, uñas pata XII; 12, estilo; 13, hilera. Escalas (expresadas en mm), E1: 1,6,13; E2: 2,3,7,10,12; E3: 4,5,8,9,11.

Figures 1-13.- *Scutigerella jupeaui* n.sp. 1, head and firsts tergites; 2, antennal segment of the basal part; 3, antennal segment of the distal part; 4, mandible; 5, maxilla; 6, last tergite; 7, leg I; 8, femur I of a female; 9, claws leg I; 10, leg XII; 11, claws leg XII; 12, styli; 13, cercus. Scales (mm), E1: 1,6,13; E2: 2,3,7,10,12; E3: 4,5,8,9,11.

importante es que los tres pares de sedas largas laterales no se mantienen de esta forma hasta el final del cuerpo; en el quinto o sexto terguito son casi indistinguibles de las demás sedas y en los siguientes son iguales a las otras sedas de recubrimiento. La foseta anal (Figura 6), bastante escotada, tiene forma redondeada; la zona tergal que recubre la foseta presenta una escotadura ancha y poco profunda.

El primer par de patas (Figura 7) es alargado; sus artejos presentan una ornamentación en forma de escamas en la región dorsal y en general tienen muy pocas sedas. En las hembras el fémur tiene una seda modificada, con aspecto de obelisco; es gruesa en casi toda su longitud pero su parte final se vuelve cónica y acaba en punta. En los machos este punto está ocupado por una seda normal, larga y delgada. El tarso tiene forma cónica y su longitud es más de cuatro veces su anchura máxima; acaba en dos uñas, una más larga y robusta y la otra más curvada.

El décimosegundo par de patas, como el primero, es bastante estilizado (Figura 10); su superficie está recubierta de pelos cortos de tamaño igual y repartidos uniformemente. El tarso mide más de cuatro veces de largo que de ancho y acaba en dos uñas delgadas, una más larga y la otra más curvada.

Los estilos (Figura 12) se encuentran en las bases del tercer al décimosegundo par de patas. Su longitud es más de cuatro veces superior a su anchura y acaban en dos sedas desiguales; están recubiertos por una pubescencia corta y densa y no presentan sedas suplementarias. Los sacos coxales se encuentran del tercer al décimo par de patas. Son redondos y tienen de tres a cinco sedas a cada lado de la abertura; el número de sedas que hay encima del semicírculo anterior acostumbra a ser inferior o igual al que hay en la parte posterior.

Las hileras (Figura 13) son casi cuatro veces más largas que su máxima anchura. Su superficie tiene bastantes sedas relativamente cortas y el área terminal es pequeña. Los tricobotrios tienen la forma normal de esta familia, con la abertura rodeada de sedas gruesas y ramificadas en su extremo distal.

MATERIAL ESTUDIADO. Holotipo ♀: El Caro (el Baix Ebre, Catalunya), 13-VI-1984, A. Mas leg. (Sc. 95). Alotipo ♂: El Caro (el Baix Ebre, Catalunya), 13-VI-1984, A. Mas leg. (Sc. 98). Paratipos 6 ♀♀ y 3 ♂♂: El Caro (el Baix Ebre, Catalunya), 13-VI-1984, 8-VIII-1984, 1-X-1984, 18-XI-1984, A. Mas leg. Otro material: 1 adulto y 1 larva de 8 pares de patas, Alfara dels Ports (el Baix Ebre, Catalunya), 2-X-1984, A. Mas leg. (Mas Col.).

DISCUSIÓN

La presencia en las hembras de una seda modificada en el fémur I permite integrar a *Scutigerella jupeaui* n. sp. en el grupo de especies de este género que presentan tal característica, *S. armata*, *S. echinostylus*, *S. carpatica*, *S. pagesi*, *S. tusca* y *S. tescorum*. La forma de esta seda permite por sí sola distinguir *Scutigerella jupeaui* n. sp. de todas las otras; *S. tusca* tiene dos sedas modificadas en cada fémur, en *S. pagesi* es un racimo formado por seis o siete tubérculos y en las demás la seda es cilíndrica y acabada en punta roma. Existen además otras características que diferencian la nueva especie; *S. armata* no tiene pares de sedas

laterales largas en los terguitos, *S. echinostylus* tiene sedas suplementarias en los estilos, en *S. carpatica* las sedas tergaes son gruesas y *S. tescorum* presenta largas sedas tergaes hasta el final del cuerpo. Asimismo se observan otras diferencias morfológicas, tales como la forma del palpo maxilar, las proporciones de longitud y anchura de distintas regiones del cuerpo, la quetotaxia general, etc.

Dedicamos esta especie a la Dra. Lisiane Juberthie-Jupeau del Laboratoire Souterrain de Moulis (Ariège) del C.N.R.S., que nos ha acogido en diversas ocasiones en su laboratorio y que nos ha brindado su ayuda y su consejo.

Parviapiciella n. gen.

La creación de este nuevo género surgió del estudio detallado de las especies incluidas en los géneros *Symphylellopsis* y *Geophilella*, habiendo llegado a la conclusión de que las características de la especie *Symphylellopsis balcanica* son suficientemente notables como para crear un nuevo género para ella.

A partir de un ejemplar adulto, conservado en no muy buenas condiciones, y de dos larvas de 8 pares de patas Remy (1943) describió *S. balcanica* y posteriormente diversos autores encontraron nuevos ejemplares, confirmando la validez de la especie. Los principales rasgos que distinguen *S. balcanica* de las demás especies del género son la forma de las proyecciones tergaes, muy estrechas, y la ornamentación de las hileras, que sólo se encuentra en el género *Geophilella*. El estudio de los individuos de esta especie que forman parte de nuestra colección permitió observar ciertas características de los terguitos que no habían sido mencionadas por Remy y que los convertía en una forma intermedia entre los géneros *Symphylellopsis* y *Geophilella*.

El género *Symphylellopsis*, tal como fue definido por Ribaut (1931), presenta proyecciones tergaes en todos los metaterguitos excepto el del décimo segmento así como en ciertos preterguitos. *Geophilella*, establecido por el mismo autor en 1913, no tiene proyecciones en ninguna placa tergal. Cuando Remy describió *S. balcanica* no observó que esta especie no presenta proyecciones tergaes a partir del décimo segmento, es decir que le faltan dos pares con respecto al género *Symphylellopsis*. La morfología de ciertas regiones del cuerpo no se corresponde tampoco con la de *Symphylellopsis*, sino que se asemeja más a la de *Geophilella*; este es el caso del primer par de patas, de las hileras y de los sacos coxales.

Por todo lo expuesto proponemos la creación del género *Parviapiciella* n. gen., caracterizado principalmente por tener once pares de proyecciones digitiformes y el primer par de patas bastante bien desarrollado, con el tarso casi tan grande como el del segundo par de patas.

A este nuevo género pertenecerá la especie que hasta ahora se denominaba *Symphylellopsis balcanica* y que en consecuencia debe cambiar su nombre por el de *Parviapiciella balcanica*. A continuación damos una descripción de esta especie puesto que Remy, al no disponer de ejemplares bien conservados, no pudo realizarla de forma completa y los autores que han encontrado posteriormente esta especie tampoco la han ampliado. Como contribución al conocimiento de su morfología describimos estructuras tales como las piezas bucales, el primer par de patas y el número de sacos coxales, y ampliamos la descripción de otros

caracteres como la sutura coronal cefálica. Igualmente describimos la estructura cuticular de los terguitos y damos a conocer por vez primera la morfología de los últimos terguitos.

Parviapiciella balcanica (Remy, 1943)

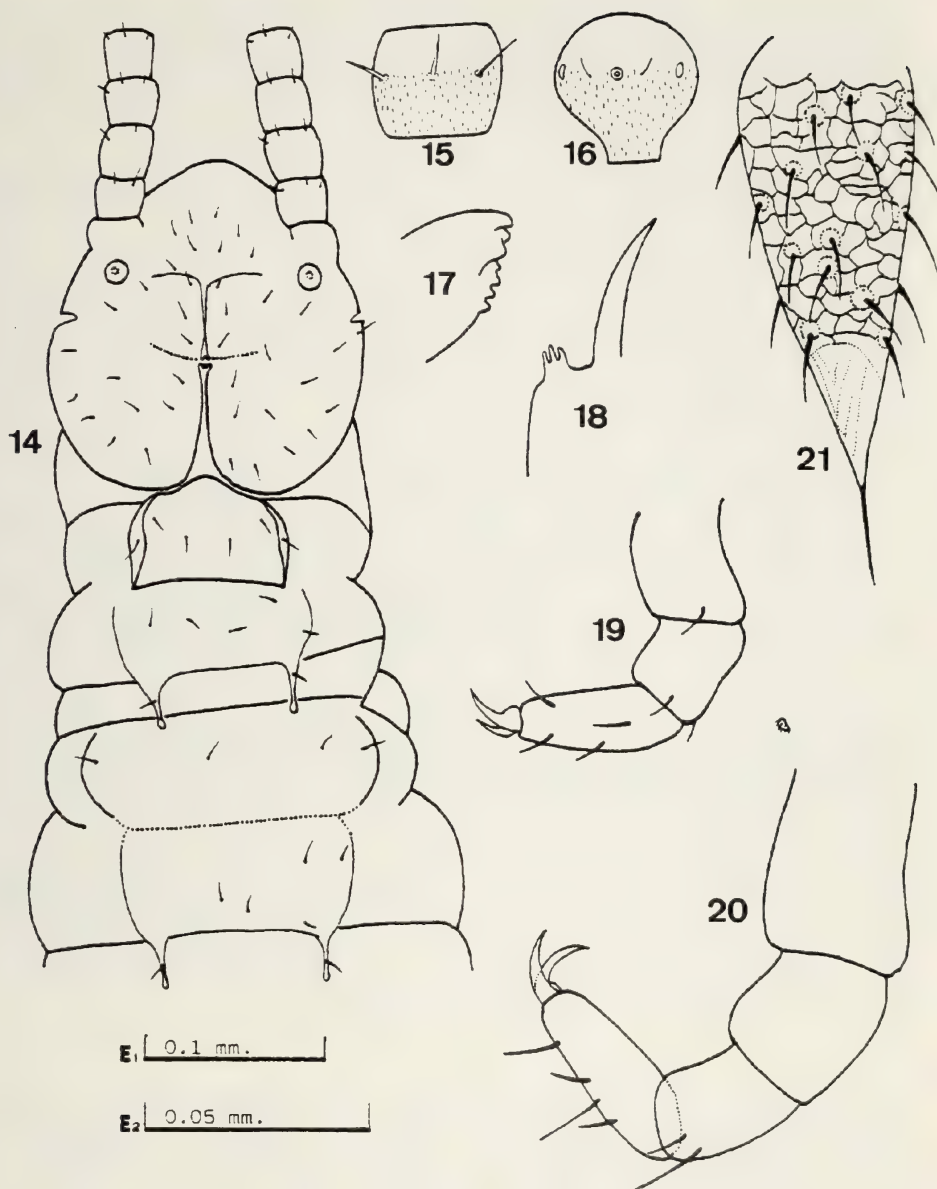
Cuerpo de 2 mm de longitud. Cabeza (Figura 14) redondeada o ligeramente ovalada, dorsalmente cubierta de sedas bastante cortas, en general bastante escasas. La sutura coronal está interrumpida un poco por delante de la mitad de su recorrido; a nivel de la interrupción las dos partes presentan un engrosamiento en forma de pequeñas bolas; de sus inmediaciones y perpendiculares a la sutura coronal nacen las ramas laterales, que son bastante anchas, no demasiado largas y no están bien definidas. La zona anterior de la sutura coronal se hace progresivamente más estrecha hasta dividirse en las dos suturas frontales.

Los órganos de Tömösvary son grandes, redondos y de bordes bastante definidos; la abertura es también redonda. Las antenas tienen una veintena de artejos, la base de los cuales está ornamentada de puntuaciones (Figuras 15, 16). Aproximadamente sobre la línea central de cada artejo hay la corona principal, formada por dos tipos de sedas ligeramente diferentes, unas finas y de base conspicua y otras un poco más gruesas con la base poco visible. Todas las sedas de las antenas son finas y puntiagudas y su longitud va disminuyendo de los artejos basales a los distales; principalmente en los artejos basales, las sedas externas son más cortas que las internas. La segunda corona de sedas empieza bastante pronto, en la cara ventral del décimo artejo aproximadamente y no se desarrolla en la cara dorsal.

Entre las sedas primarias se encuentran los órganos sensoriales antenales, que pueden ser de dos tipos. Unos son redondos, aparentemente formados por dos círculos concéntricos muy visibles y no pedunculados; sólo están en la cara ventral y empiezan aproximadamente a partir del onceavo artejo. Los otros son un poco alargados, pediculados, transparentes y muy delgados; se encuentran principalmente en la cara ventral, aunque existen también en la dorsal, a partir del décimo artejo. El artejo apical tiene toda la superficie puntuada y no presenta los mismos órganos que el resto de la antena, sino otros característicos, en número de tres o cuatro, pedunculados y de forma alargada.

Las mandíbulas (Figura 17) tienen la placa masticadora dividida en dos partes, de las cuales la anterior tiene tres dientes y la posterior cuatro. El primer par de maxilas (Figura 18) presenta un palpo ancho que aproximadamente en la mitad de su longitud se divide en tres ramas digitiformes de tamaño desigual; la central es la mayor y la externa la más corta. El segundo par de maxilas está fusionado y forma un labio; toda su superficie está puntuada.

El primer terguito (Figura 14) es bastante grande, tiene forma trapezoidal y presenta tres pares de sedas dispuestas en diferentes niveles. Siguen veinte terguitos, algunos más fácilmente distinguibles que los otros; once de ellos tienen proyecciones posteriores y los restantes son también bastante visibles excepto los cuatro últimos que están fusionados dos a dos. Una característica de los terguitos de esta especie es que cada uno parece formado por dos placas laterales, con una disposición similar a las de *Geophilella* y con la única diferencia de que



Figuras 14-21.- *Parviapiciella balcanica* n.sp. 14, cabeza y primeros terguitos; 15, artejo antenal de la zona basal; 16, artejo antenal de la zona apical; 17, mandíbula; 18, maxila; 19, pata I; 20, pata XII; 21, hilera. Escalas (expresadas en mm), E1: 14; E2: 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21.

Figures 14-21.- *Parviapiciella balcanica* n.sp. 14, head and firsts tergites; 15, antennal segment of the basal part; 16, antennal segment of the distal part; 17, mandible; 18, maxilla; 19, leg I; 20, leg XII; 21, cercus. Scales (mm), E1: 14; E2: 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21.

en *Parviapiciella balcanica* ciertos terguitos tienen procesos posteriores. La división en tres zonas, no obstante, no es tan evidente como en *Geophilella*.

El segundo terguito tiene en su margen posterior un par de procesos laterales muy largos y estrechos, con el extremo un poco hinchado y los costados subparalelos; la longitud de cada uno de estos procesos es casi tan grande como la mitad de la separación de sus bases. En la mitad basal de cada proceso hay una dilatación de la cual surge una seda. El tercer terguito presenta dos proyecciones posteriores esencialmente iguales a los de la segunda, siendo remarcable su longitud y su forma; en la zona mediana presenta unas constricciones laterales que parecen un inicio de división de este terguito en dos. En la descripción de la especie Remy ya menciona este hecho y comenta que ello puede ser debido a la manipulación del ejemplar (él sólo disponía de un adulto). Esta suposición podría ser cierta pero parece poco probable puesto que este surco aparece en todos los ejemplares examinados, con total independencia del medio de montaje utilizado. Los terguitos 4, 5, 7, 8, 9, 11, 14 y 15 son como los descritos, con un par de procesos al final; hay tres, el cuarto, octavo y décimosegundo, que tienen los procesos mucho más cortos y sin ninguna seda. El resto de los terguitos no tiene procesos.

El primer par de patas (Figura 19) es notablemente más corto que los demás, está formado por tres artejos y acaba en dos uñas. La longitud del tarso es prácticamente igual en esta pata que en las siguientes. Todas las patas presentan una densa pubescencia y pocas sedas; en la base de cada una de ellas hay algunos pelos gruesos. El tarso de décimosegundo par de patas (Figura 20) es bastante cilíndrico y su longitud es el triple de su máxima anchura.

Los estilos (Figura 20) se encuentran en la base del tercer al doceavo par de patas; son pequeños (unas 4 μm), redondos y con pelos de distinta longitud. Los sacos coxales tienen forma normal, con un par de sedas a cada lado de la obertura; existen desde el tercero hasta el décimo par de patas. Las hileras (Figura 21), de forma cónica, son más cortas que el triple de su anchura máxima. Tienen sedas poco abundantes y bien desarrolladas y no tienen pubescencia. Toda su superficie presenta un dibujo formado por líneas sinuosas que definen pequeñas áreas cerradas, con aspecto de escamas, igual que en el género *Geophilella*. El área terminal tiene líneas oblicuas que dibujan figuras alargadas; la zona dorsal que corresponde a este área muestra surcos irregulares, similares a los del resto de la superficie. La seda apical es larga. Los tricobotrios tienen la morfología habitual de la familia, con la abertura lisa y sin pelos.

MATERIAL ESTUDIADO. Bescaran (l'Alt Urgell, Catalunya), 25-VI-1984, A. Mas leg., 1 larva de 9 pp.; Gironella (el Berguedà, Catalunya), 26-V-1984, A. Mas leg., 1 ♂; Vallcebre (el Berguedà, Catalunya), 25-V-1984, A. Mas leg., 1 ♂; Saldes (el Berguedà, Catalunya), 28-V-1984, A. Mas leg., 1 larva de 11 pp. y 1 larva de 10 pp.; Castellar de N'Hug (el Berguedà, Catalunya), 24-VI-1984, A. Mas leg., 4 ♀♀ y 1 larva de 9 pp.; Pardines (el Ripollès, Catalunya), 26-VI-1984, A. Mas leg., 2 adultos y 1 larva de 10 pp.; Gombren (el Ripollès, Catalunya); 26-V-1984, A. Mas leg., 1 ♀ y 1 adulto; Agullana (l'Alt Empordà, Catalunya), 7-I-1983, A. Mas leg., 1 ♀; La Castanya, Montseny (Osona, Catalunya), 22-X-1983, E. Mateos leg., 1 larva de 8 pp.

El género *Parviapiciella*, y por tanto su única especie *Parviapiciella balcani-*

ca, tiene una distribución mediterránea, habiendo sido citada de la antigua Yugoslavia, Grecia, Rumania, Francia, Argelia y Menorca. A estas áreas hay que añadir las citas del material estudiado que corresponden a los Pirineos y al macizo del Montseny.

BIBLIOGRAFÍA

- DOMÍNGUEZ, M.T. 1984. Una especie nueva de *Symphyla* (Myriapoda) de España. *Eos*, 60: 37-42.
- DOMÍNGUEZ, M.T. 1990. *Some species of Symphyla and Pauropoda (Myriapoda) new to the spanish fauna*. In: *Proc. 7th Int. Cong. Myriapodology*, Minelli, A. ed., Brill. Leiden, pp. 443-447.
- DOMÍNGUEZ, M.T. 1992. *Symphyla y Pauropoda (Myriapoda) de suelos de España. II*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- DOMÍNGUEZ, M.T. & SCHELLER, U. 1987. Two new species of *Pauropoda* (Myriapoda) from Spain. *Redia*, 70: 377-384.
- JUBERTHIE-JUPEAU, L. 1961. Faune cavernicole et endogée de l'île de Minorque. Mission H. Coiffait et P. Strinati (1958). *Symphyles de Minorque*. *Arch. Zool. exp. gén.*, 99(3): 273-276.
- MAS, A. 1985a. Sobre *Scolopendrella* y *Scolopendrellopsis*, dos géneros de sínfilos nuevos para la Península Ibérica. *Bol. Soc. Port. Ent.*, 2(1): 297-305.
- MAS, A. 1985b. *Contribució al coneixement dels Symphyla (Myriapoda) del nord-est ibèric*. Tesi de Llicenciatura. Universitat de Barcelona.
- MAS, A. 1986. Diferenciació específica de *Symphylellopsis subnuda* y *S. arvernorum* (Myriapoda, Symphyla). *Ses. Entom. ICHN-SCL*, 4: 174-178.
- REMY, P.A. 1943. Stations européennes de Symphyles, avec description d'un espèce nouvelle. *Arch. Zool. exp. gén.*, 83(1): 1-21.
- RIBAUT, H. 1931. Observations sur l'organisation des Symphyles. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 62: 443-465.
- SCHELLER, U. 1973. *Pauropoda and Symphyla from de Pyrenees*. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 10(1): 131-149.
- SCHELLER, U. 1990. The Pauropoda and Symphyla of the Geneva Museum IX. Symphyla from middle and south Europe, Turkey and Morocco (Myriapoda, Symphyla). *Rev. suisse Zool.*, 97(2): 411-425.

Data recepció: 3 de maig de 1994.

Data acceptació: 20 de juliol de 1994.

Entomofauna acompañante del pulgón del lúpulo, *Phorodon humuli* (Hom., Aphididae), en la provincia de León

E. Núñez-Pérez & E.J. Tizado

Departamento de Ingeniería Agroforestal y Producción Vegetal,
Universidad de Santiago de Compostela, 27002 Lugo

Summary

Entomofauna associated with hop aphid, *Phorodon humuli* (Hom., Aphididae), in the province of León.

In the present work, a check-list of the entomofauna associated with *Phorodon humuli* (Schrank, 1801) on the primary host *Prunus* spp and the secondary host *Humulus lupulus* L., during 1988, 1989, and 1990 in the province of León is presented. At the same time, the results obtained about the evolution of this entomofauna according to several populations of hop aphid during one year in both hosts are presented.

Resumen

Entomofauna acompañante del pulgón del lúpulo, *Phorodon humuli* (Hom., Aphididae), en la provincia de León.

En el presente trabajo se da un catálogo de la entomofauna acompañante de *Phorodon humuli* (Schrank, 1801) sobre sus dos hospedadores (el primario, *Prunus* spp y el secundario, *Humulus lupulus* L.) recogida durante los años 1988, 1989 y 1990 en la provincia de León. Se establece, también, la evolución de dicha entomofauna acompañante en relación con diversas poblaciones del pulgón durante uno de los años y tanto en el hospedador primario como en el secundario.

Key words: *Phorodon humuli*, *Prunus* spp, *Humulus lupulus*, natural enemies, mutualists, biological control.

ISSN: 1133-1232.

INTRODUCCIÓN

El pulgón del lúpulo, *Phorodon humuli* (Schrank, 1801), constituye la principal plaga que afecta a los cultivos de lúpulo en Europa, hecho que ha sido citado en numerosas ocasiones por autores de varios de los países productores, destacando entre ellos: Kremheller (1988) en Alemania, Nakov et. al. (1988) en Bulgaria, Petrlik & Štys (1988) en la antigua Checoslovaquia, Messelière (1988) en Francia, Aveling (1981) en Gran Bretaña e Ilharco et. al. (1979) en Portugal.

El establecimiento de las bases biológicas que permitan desarrollar en un futuro programas de control integrado contra los pulgones debe pasar necesariamente por el conocimiento de su fauna acompañante. A pesar de ello, los estu-

dios efectuados hasta la fecha sobre los enemigos naturales del pulgón del lúpulo son escasos, particularmente en España donde el presente trabajo constituye la primera contribución; en otros países europeos y en los últimos veinticinco años únicamente se han citado enemigos naturales de *P. humuli* en unos pocos trabajos (Tabla 1).

Por otra parte, en todos estos países se han utilizado tratamientos fitosanitarios intensivos para el control del pulgón del lúpulo, lo cual ha originado la aparición de resistencias y un desequilibrio ecológico que se traduce en un incremento constante del coste de la producción en este cultivo. Por todo ello, la mayor parte de los autores insisten en la necesidad de intervenir de forma racional en el control de este pulgón, tanto limitando las aplicaciones de productos químicos como incitando a la utilización de aquellos que no destruyan la fauna útil y permitan la preservación de los enemigos naturales más adecuados, así como la puesta en práctica de otros tipos de control.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las técnicas de muestreo utilizadas para la recogida de la entomofauna asociada con el pulgón del lúpulo han sido: a) muestreo al azar en el hospedador primario tanto plantas cultivadas (ciruelos: *Prunus domestica* L.), ornamentales (mirobolanes: *P. cerasifera* Ehrh. var. *pissardii* (Carrière)) y silvestres (endrinos: *P. spinosa* L.) como en el hospedador secundario (lúpulo: *Humulus lupulus* L.) durante los años 1988, 1989 y 1990 por toda la provincia de León; y b) muestreo continuado durante el año 1990 de los dos hospedadores del pulgón en la principal zona de cultivo de lúpulo de la provincia leonesa, correspondiente a la ribera del río Órbigo y en las localidades de Armellada, Carrizo de la Ribera, Turcia y Villanueva de Carrizo (Núñez Pérez, 1992; Tizado *et. al.*, 1993; Tizado *et. al.*, en prensa).

La segunda de las técnicas ha consistido en la recogida semanal de dicha entomofauna tanto mediante una trampa amarilla de Moericke situada en un campo de cultivo de lúpulo, como directamente sobre seis hospedadores primarios (cinco *P. domestica* y un *P. spinosa*) y sobre plantas de dos fincas del hospedador secundario (una tratada con productos fitosanitarios, «lúpulo atendido», y otra abandonada, «lúpulo no atendido»). Este procedimiento de muestreo se ha llevado a cabo desde la aparición de los primeros brotes vegetativos en el hospedador primario hasta la corta de las plantas de lúpulo.

RESULTADOS

La entomofauna asociada con el pulgón del lúpulo, recogida y estudiada sobre ambos hospedadores, está constituida por parasitoides de la subfamilia Aphidiinae (Hym., Braconidae), depredadores de las familias Coccinellidae (Col.), Syrphidae (Dip.), Stratiomyidae (Dip.), Chrysopidae (Neur.) y Rhabdidiidae (Rap.), así como mutualistas de la familia Formicidae (Hym.).

A continuación se relaciona la entomofauna estudiada señalando para cada

País	Referencia	Depredador/Parasitoide	Hospedadores
Portugal	Illharco <i>et al.</i> , 1979 Illharco, 1983 Illharco, 1985	[Hym.] <i>Aphidius matricariae</i> Haliday	H1 y H2
		[Col.] <i>Coccinella septempunctata</i> (L.)	H1 y H2
		[Dip.] <i>Metasyrphus</i> sp.	H1 y H2
		[Neu.]	H1 y H2
Gran Bretaña	Aveling, 1981	[Hem.] <i>Anthocoris nemoralis</i> (F.)	H2
		[Hem.] <i>A. confusus</i> Reuter	H2
		[Hem.] <i>A. memorum</i> (L.)	H2
		[Dip.] <i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer)	H2
		[Dip.] <i>Syrphus ribesii</i> (L.)	H2
		[Col.] <i>Adalia bipunctata</i> (L.)	H2
		[Col.] <i>Coccinella undecimpunctata</i> L.	H2
		[Col.] <i>C. septempunctata</i> L.	H2
		[Col.] <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (L.)	H2
		[Neu.] <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)	H2
Rumanía	Perju, 1984	[Der.] <i>Forficula auricularia</i> (L.)	H2
		[Neu.] <i>Chrysopa perla</i> L.	H2
		[Neu.] <i>Chrysoperla carnea</i> L.	H2
		[Neu.] <i>Hemerobius stigma</i> McMach	H2
		[Hem.] <i>Anthocoris sibiricus</i> Reut.	H2
		[Hem.] <i>Orius minutus</i> (L.)	H2
		[Hem.] <i>Nabis pseudoferus</i> Rem.	H2
		[Hem.] <i>Deraeocoris ruber</i> (L.)	H2
		[Hem.] <i>D. lutescens</i>	H2
		[Col.] <i>Coccinella septempunctata</i> (L.)	H2
		[Col.] <i>Adalia bipunctata</i> (L.)	H2
		[Col.] <i>Exochomus quadripustulatus</i> L.	H2
		[Dip.] <i>Scaeva pyrastris</i> (L.)	H2
		[Dip.] <i>Syrphus ribesii</i> (L.)	H2
		[Dip.] <i>Aphidoletes aphidimyza</i> Rond.	H2
		[Dip.] <i>Leucopis</i> sp.	H2
		[Hym.] <i>Trioxys humuli</i> Mackauer	H2
		[Hym.] <i>Ephedrus plagiator</i> (Nees)	H2
		[Hym.] <i>Bracon</i> sp.	H2
Francia	De la Messelière, 1988	[Col.] <i>Adalia bipunctata</i> (L.)	H2
		[Col.] <i>Coccinella septempunctata</i> (L.)	H2
		[Col.] <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (L.)	H2
		[Hem.] <i>Orius</i> sp.	H2
		[Der.] <i>Forficula auricularia</i> (L.)	H2
Rep. Checa	Ruzicka <i>et al.</i> , 1988	[Col.] <i>Coccinella septempunctata</i> (L.)	H2
Varios países	Starý, 1966, 1976	[Hym.] <i>Ephedrus plagiator</i> (Nees)	H1
		[Hym.] <i>Trioxys humuli</i> Mackauer	H2
		[Hym.] <i>Aphidius matricariae</i> Haliday	H1 y H2
		[Hym.] <i>Ephedrus persicae</i> Froggatt	H1 y H2

Tabla 1.- Enemigos naturales de *P. humuli* citados en Europa desde 1966. (H1: hospedador primario; H2: hospedador secundario).

Table 1.- Natural enemies of *P. humuli* recorded in Europe since 1966. (H1: primary host; H2: secondary host).

grupo la especie, la planta hospedadora (o su captura en la trampa amarilla de Moericke) y entre paréntesis, la localidad y la fecha de recogida.

Hym. Braconidae: Aphidiinae

Los afidíinos se han obtenido a partir de momias o pulgones parasitados sobre las plantas, habiéndose identificado dos especies y un género; hay que destacar el hecho de que varias momias no llegaron a completar su ciclo de desarrollo (material indeterminado) debido muy probablemente a la acción de los tratamientos fitosanitarios aplicados contra el pulgón (Tizado *et. al.*, 1993).

Aphidius matricariae Haliday, 1834: *H. lupulus* (Villaobispo, 23-VI-88; Valencia de Don Juan, 14-VII-88).

Ephedrus (E.) persicae Froggatt, 1904: *P. cerasifera* var. *pissardii* (León, 9-V-89); *P. domestica* (Armellada, 28-IV-90, 19-V-90; Pajares de los Oteros, 16-VI-88; Turcia, 3-VI-90); *H. lupulus* (Turcia, 23-VI-90).

Trioxys sp: *P. domestica* (Armellada, 28-IV-90); *H. lupulus* (Turcia, 23-VI-90, 14-VII-90).

Indeterminado: *H. lupulus* (momias: Carrizo de la Ribera, 14-VII-90, 3-VIII-90, 11-VIII-90 y 17-VIII-90).

Col. Coccinellidae

Se han identificado 10 especies de coccinélidos a partir de larvas y adultos recogidos directamente sobre las plantas en las colonias del pulgón o mediante capturas en la trampa de Moericke. En algunas ocasiones se observaron también indicios de la presencia de este grupo de depredadores sobre las plantas de lúpulo mediante huevos y pupas, y otras veces se capturaron larvas que no se desarrollaron hasta el estado adulto, por lo cual incluimos este material en el apartado de indeterminado.

Adalia bipunctata (L., 1758): *P. cerasifera* var. *pissardii* (León, 7-V-90); *P. domestica* (Armellada, 2-VI-90; Ponferrada, 8-VI-90; Turcia, 26-V-90; Villanueva de Carrizo, 6-V-90); *H. lupulus* (Carrizo de la Ribera, 26-V-90 y 30-VI-90; León, 27-VII-90).

Adalia decempunctata (L., 1758): *P. cerasifera* var. *pissardii* (León, 9-V-89); *P. domestica* (Carrizo de la Ribera, 26-V-90); *H. lupulus* (Carrizo de la Ribera, 17-VI-90).

Adonia variegata (Goeze, 1777): *P. domestica* (Carrizo de la Ribera, 19-V-90); *H. lupulus* (Carrizo de la Ribera, 13-VI-90, 17-VI-90, 23-VI-90 y 30-VI-90; Turcia, 30-VI-90 y 14-VII-90). Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 3-VI-90, 13-VI-90, 23-VI-90, 30-VI-90, 7-VII-90 y 3-VIII-90).

Coccinella septempunctata (L., 1758): *P. domestica* (Carrizo de la Ribera, 19-V-90; Turcia, 6-V-90; Villanueva de Carrizo, 19-V-90); *H. lupulus* (Carrizo de la Ribera, 26-V-90, 3-VI-90, 23-VI-90 y 30-VI-90; Turcia, 23-VI-90, 30-VI-90 y 14-VII-90). Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 3-VI-90, 23-VI-90, 30-VI-90, 7-VII-90, 14-VII-90, 21-VII-90 y 26-VIII-90).

Coccinula quatuordecimpustulata (L., 1758): Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 3-VI-90 y 14-VII-90).

Exochomus nigromaculatus (Goeze, 1777): Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 28-VII-90).

Propylea quatuordecimpunctata (L., 1758): *P. domestica* (Ponferrada, 6-V-89; Villanueva de Carrizo, 19-V-90); *H. lupulus* (Carrizo de la Ribera, 17-VI-90; Turcia, 13-VI-90 y 14-VII-90). Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 3-VI-90, 17-VI-90, 23-VI-90, 30-VI-90 y 7-VII-90).

Scymnus (*S.*) *apetzi* Mulsant, 1846: Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 28-VII-90).

Scymnus (*S.*) *interruptus* (Goeze, 1777): *H. lupulus* (Carrizo de la Ribera, 17-VI-90). Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 17-VII-90).

Scymnus (*S.*) *rufipes* (F., 1798): Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 30-VI-90 y 17-VIII-90).

indeterminado: *P. domestica* (larvas: Armellada, 19-V-90, 26-V-90 y 2-VI-90; Turcia, 26-V-90); *H. lupulus* (huevos: Carrizo de la Ribera, 13-VI-90, 23-VI-90, 30-VI-90 y 14-VII-90; larvas: Carrizo de la Ribera, 3-VI-90, 13-VI-90, 17-VI-90, 23-VI-90, 30-VI-90 y 7-VII-90; Turcia, 23-VI-90, 30-VI-90 y 14-VII-90; pupas: Carrizo de la Ribera, 7-VII-90).

Dip. Syrphidae

La mayor parte de los sírfidos recogidos sobre las plantas, concretamente cuatro especies, se han capturado en estado larvario, aunque era frecuente observar a los adultos volando cerca de las colonias del pulgón y por ello algunos han sido atrapados por la trampa amarilla. Como material indeterminado incluimos cualquier observación de estos insectos sobre las plantas en distintas etapas de desarrollo preimaginal.

Eupeodes corollae (Fabricius, 1794): *P. domestica* (Armellada, 26-V-90; Carrizo de la Ribera, 26-V-90). Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 3-VIII-90 y 26-VIII-90).

Eupeodes flaviceps (Rondani, 1857): *P. domestica* (Armellada, 19-V-90; Turcia, 26-V-90).

Episyrphus balteatus (De Geer, 1776): *P. domestica* (Carrizo de la Ribera, 26-V-90; Turcia, 26-V-90).

Melanostoma mellinum (L., 1758): Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 21-VII-90).

Sphaerophoria scripta (L., 1758): Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 7-VII-90).

Syrphus vitripennis Meigen, 1822: *P. domestica* (Armellada, 6-V-90; Carrizo de la Ribera, 26-V-90; Turcia, 6-V-90); *H. lupulus* (Turcia, 17-VI-90).

Indeterminado: *P. domestica* (larvas: Turcia, 19-V-90); *P. spinosa* (larvas: Turcia, 3-VI-90); *H. lupulus* (huevos: Carrizo de la Ribera, 13-VI-90, 7-VII-90, 14-VII-90, 28-VII-90, 3-VIII-90, 11-VIII-90 y 17-VIII-90; larvas: Carrizo de la Ribera, 13-VI-90, 23-VI-90, 30-VI-90 y 7-VII-90; Turcia, 13-VI-90, 17-VI-90, 23-VI-90 y 7-VII-90).

Neu. Chrysopidae

Las tres especies de neurópteros obtenidas se han recogido en estado adulto, directamente sobre las plantas o mediante capturas con la trampa de Moericke. También se añaden, como material indeterminado, la presencia de adultos observados o capturados por la trampa y no identificados por su mal estado de conservación, así como de huevos y larvas sobre las plantas.

Chrysopa pallens (Rambur, 1838): *H. lupulus* (Carrizo de la Ribera, 17-VI-90 y 21-VII-90).

Chrysoperla carnea (Stephens, 1836): *H. lupulus* (Carrizo de la Ribera, 17-VI-90, 21-VII-90 y 3-VIII-90; León, 23-VII-90). Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 14-VII-90, 28-VII-90, 3-VIII-90 y 17-VIII-90).

Mallada prasinus (Burmeister, 1839): *P. domestica* (Carrizo de la Ribera, 26-V-90); Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 3-VIII-90).

Indeterminado: *H. lupulus* (adultos: Carrizo de la Ribera, 21-VII-90, 3-VIII-90, 11-VIII-90 y 17-VIII-90; Turcia, 11-VIII-90; huevos: Carrizo de la Ribera, 13-VI-90, 17-VI-90, 23-VI-90, 30-VI-90, 7-VII-90, 14-VII-90, 21-VII-90, 28-VII-90, 3-VIII-90, 11-VIII-90, 17-VIII-90 y 26-VIII-90; Turcia, 14-VII-90, 21-VII-90, 28-VII-90, 3-VIII-90 y 11-VIII-90; larvas: Carrizo de la Ribera, 7-VII-90). Trampa de Moericke (adultos: Carrizo de la Ribera, 7-VII-90 y 26-VIII-90).

Otros insectos depredadores

En la trampa amarilla de Moericke también se recogieron otros insectos depredadores de áfidos, que podrían alimentarse del pulgón del lúpulo, aunque no se observaron en ningún caso sobre las plantas.

Diptera, Stratiomyiidae: Carrizo de la Ribera, 7-VII-90.

Raphidioptera, Raphidiidae: Carrizo de la Ribera, 3-VI-90.

Hym. Formicidae

Se han recogido seis especies de hormigas que se encontraban sobre las plantas donde vivían los pulgones. Es destacable el hecho de que en el hospedador primario las hormigas atendían a los pulgones, mientras que en el lúpulo recogían la melaza sobre las hojas.

Formica cunicularia Latreille, 1798: *P. domestica* (Villanueva de Carrizo, 6-V-90).

Formica gerardi Bondroit, 1917: *P. domestica* (Villanueva de Carrizo, 19-V-90); *H. lupulus* (Carrizo de la Ribera, 3-VI-90, 13-VI-90 y 17-VI-90).

Formica lemani Bondroit, 1917: *P. domestica* (Turcia, 23-VI-90).

Formica rufibarbis Fabricius, 1793: *P. cerasifera* var. *pissardii* (León, 7-V-90); *P. domestica* (Villanueva de Carrizo, 28-IV-90); *H. lupulus* (Carrizo de la Ribera, 23-VI-90; Turcia, 23-VI-90 y 30-VI-90).

Lasius niger (L., 1758): *P. domestica* (Armellada, 6-V-90, 19-V-90 y 26-V-90; León, 7-V-90; Turcia, 28-IV-90; Villanueva de Carrizo, 6-V-90 y 19-V-90); *P. spinosa* (Turcia, 6-V-90, 19-V-90, 3-VI-90 y 23-VI-90); *H. lupulus* (Carrizo de la Ribera, 17-VI-90, 14-VII-90, 21-VII-90, 28-VII-90 y 11-VIII-90). Trampa de Moericke (Carrizo de la Ribera, 30-VI-90, 7-VII-90, 14-VII-90, 3-VIII-90 y 17-VIII-90).

Tapinoma erraticum (Latreille, 1798): *P. domestica* (Pajares de los Oteros, 16-VI-88).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con la aportación de este trabajo, hay que añadir a las citas europeas de depredadores del pulgón del lúpulo 7 especies: *A. variegata*, *S. interruptus*, *E. corollae*, *E. flaviceps*, *S. vitripennis*, *C. pallens* y *M. prasinus*. Además, todas las especies de depredadores recogidas sobre el hospedador primario, a excepción de *C. septempunctata*, constituyen nuevas relaciones con este pulgón, ya que la mayor parte de los estudios realizados hasta la fecha no tienen en cuenta este hospedador.

Coccinellidae	N	H1	H2
<i>Aphidiinae</i>	15	6	9
<i>Chrysopidae</i>	30	1	29
<i>Coccinellidae</i>	53	17	36
<i>Formicidae</i>	28	17	11
<i>Syrphidae</i>	27	11	16

Tabla 2.- Número de muestras recogidas de cada uno de los grupos acompañantes de *Phorodon humuli* sobre los dos hospedadores en la zona de estudio. (N: número de muestras totales; H1: número de muestras recogidas en el hospedador primario; H2: número de muestras recogidas en el hospedador secundario).

Table 2.- Number of samples collected from each group associated with *Phorodon humuli* on both host plants in the study area. (N: total number of samples; H1: number of samples collected on the primary host; H2: number of samples collected on the secondary host plant).

A partir de los datos obtenidos en el presente estudio se observa que existen diferencias entre la entomofauna asociada a ambos hospedadores, por lo cual se comentan primero independientemente y después de forma conjunta.

Entomofauna acompañante en el hospedador primario

Los enemigos naturales que ejercen una mayor presión sobre el pulgón en el hospedador primario (Tabla 2) son, de forma general, los depredadores, sobre todo los coccinélidos (17 muestras obtenidas) y los sírfidos (11 muestras).

Los coccinélidos se han recogido de forma más frecuente sobre los ciruelos, posiblemente debido a la mayor cantidad de pulgones que se desarrollaron sobre ellos; la especie más frecuente en las muestras fue *A. bipunctata*, aunque se recogieron más individuos de *C. septempunctata*. De los sírfidos, aunque predomina ligeramente *S. vitripennis*, se puede afirmar que las cuatro especies tienen una frecuencia y abundancia bastante similar. Respecto al otro grupo de depredadores estudiados, los neurópteros, hay que señalar que sólo se ha recogido una muestra de la especie *M. prasinus* (Tabla 3).

Los parasitoides han resultado ser poco frecuentes (Tabla 3), con un claro predominio de *E. persicae*, que se ha recogido en la mayor parte de las semanas estudiadas.

Los mutualistas se han encontrado habitualmente atendiendo a este pulgón y destaca, entre las seis especies recogidas, *L. niger* por haberse encontrado ininterrumpidamente durante todo el estudio (Tabla 3).

Finalmente, señalar que los primeros insectos acompañantes de *P. humuli* en ser detectados sobre este hospedador fueron los afidíinos y las hormigas, en la semana 17, cuando tenía lugar la primera generación del pulgón a partir de la fundadora.

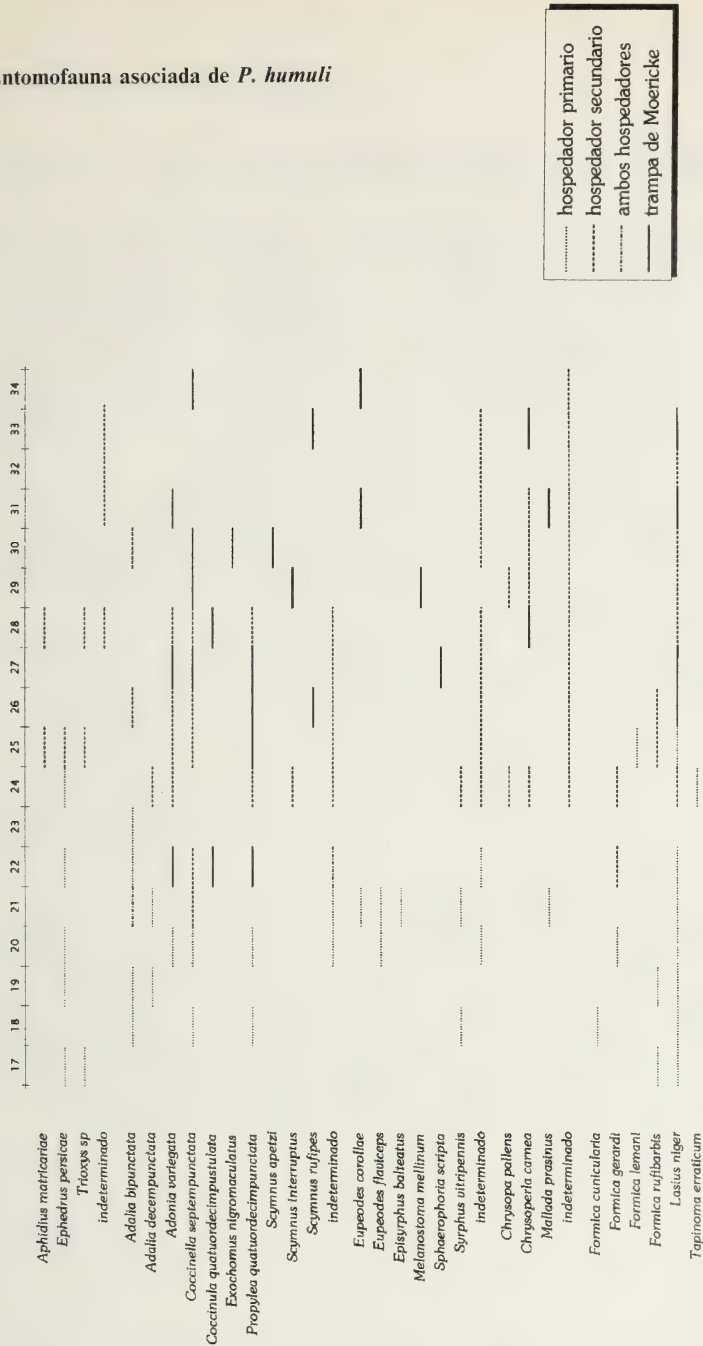


Tabla 3.- Presencia de los distintos grupos estudiados en los dos hospedadores del pulgón del lupulo y en la trampa amarilla de Moericke a lo largo del periodo de muestreo (semanas 16 a 34 Rothamsted).

Table 3.- Presence of different studied groups on both host plants of the hop aphid and on the Moericke yellow trap during the study (Rothamsted weeks 16 to 34).

Entomofauna acompañante en el hospedador secundario

La entomofauna acompañante sobre el hospedador secundario ha estado bien representada en general, a excepción de los parasitoides los cuales fueron recogidos únicamente en 9 muestras (Tabla 2). Estos insectos han sido poco frecuentes debido a que la mayor parte de las momias recogidas no llegaron a completar su desarrollo; sólo emergieron adultos de *E. persicae* y *A. matricariae* a partir de pulgones parasitados sobre plantas de lúpulo «no atendido» en las semanas 25 y 28 (Tabla 3), mientras que las momias recogidas en plantas de lúpulo «atendido» nunca llegaron a desarrollarse, lo que parece evidenciar que los productos fitosanitarios alteran el desarrollo de estos insectos.

Los coccinélidos son, de todos los depredadores estudiados, los que constituyen el grupo de insectos acompañantes más frecuente y más abundante en las colonias del pulgón (Tabla 2). Las especies que más comúnmente se encontraron en las plantas de lúpulo fueron: *C. septempunctata* y *A. variegata*; y en menor medida *P. quatuordecimpunctata*.

Algunas especies de coccinélidos: *C. quatuordecimpunctulata*, *E. nigromaculatus*, *S. apetzi* y *S. rufipes*, sólo fueron capturadas mediante la trampa de Moericke situada en el campo de cultivo; las dos primeras prefieren pulgones de otros géneros, como *Aphis* y *Toxoptera* (Iablokoff-Khnzorian, 1982), por lo que parece probable que sus capturas se deban a los pulgones presentes en las plantas colindantes al cultivo del lúpulo y no por el pulgón del lúpulo. Las dos especies de *Scymnus* se han capturado poco frecuentemente, siendo probable que se alimentasen de *P. humuli* ya que se han observado larvas sobre las plantas de lúpulo. No obstante, y a pesar de que se ha tenido poco éxito en la cría en laboratorio, una de las larvas que llegó a desarrollarse dio lugar a un adulto de *S. interruptus*.

Los sírfidos adultos se han capturado en su mayoría con la trampa de Moericke, aunque se ha seguido su actividad en las plantas de lúpulo por la observación de huevos y larvas desde la semana 24 hasta la semana 33 (Tabla 3). Los ejemplares adultos capturados por la trampa pertenecen a las especies *E. corollae*, *M. mellinum* y *S. scripta*; las larvas capturadas sobre lúpulo «atendido» no completaron su desarrollo, mientras que las recogidas sobre lúpulo «no atendido», más abundantes, dieron lugar a adultos de la especie *S. vitripennis*.

En cuanto a los neurópteros, cabe señalar que han sido muy frecuentes desde su aparición en la semana 24 (Tabla 3), siendo particularmente abundantes las observaciones de las puestas a lo largo de todo el período de estudio. Los ejemplares adultos capturados en lúpulo «atendido» pertenecen a las especies *C. pallens*, *C. carnea* y *M. prasinus*, esta última capturada únicamente en la trampa.

Los mutualistas han estado presentes a lo largo de todo el período del estudio, recogiendo la melaza sobre las hojas. La especie que ha resultado más frecuente ha sido *L. niger* (Tabla 3).

Por último, destacar que los primeros insectos acompañantes observados, tanto alimentándose del pulgón en las plantas de lúpulo como por su captura en la trampa, fueron adultos de coccinélidos (semana 21), concretamente las especies *A. bipunctata* y *C. septempunctata*, mientras que los últimos fueron los neurópteros, tanto puestas como individuos adultos (semana 34).

Entomofauna sobre ambos hospedadores

Los parasitoides han resultado ser poco frecuentes y hay que señalar que la especie *A. matricariae* sólo se ha capturado parasitando al pulgón sobre el lúpulo, mientras que *E. persicae* sobre ambos hospedadores, aunque es más frecuente en el hospedador primario (83%).

Los depredadores más frecuentes sobre el hospedador primario han sido los sírfidos, tanto en abundancia como en riqueza específica, siendo muy escasos sobre el hospedador secundario; sobre este hospedador solamente se han observado larvas de la especie *S. vitripennis*, y huevos y larvas que no alcanzaron el estado adulto. Por el contrario, los neurópteros han sido escasos en el hospedador primario, donde sólo se ha encontrado la especie *M. prasinus*, en tanto que en el lúpulo son muy frecuentes. Los coccinélidos son frecuentes enemigos naturales, ya que a excepción de *S. interruptus* que sólo se recogió en lúpulo, todas las especies fueron capturadas sobre ambos hospedadores.

Los mutualistas son más frecuentes en el hospedador primario donde algunas especies atienden colonias de *P. humuli*, mientras que en el hospedador secundario son menos frecuentes y siempre se observaron alimentándose de la melaza que quedaba depositada sobre las hojas; en ambos hospedadores la especie más común ha sido *L. niger*.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Dr. Nieto Nafría de la Universidad de León por la revisión del manuscrito y los comentarios en la redacción de este trabajo. También queremos agradecer a los Dres. Marcos García de la Universidad de Alicante, Tinaut de la Universidad de Granada y Marín de la Universidad de Alcalá de Henares la confirmación o identificación de algunas especies. Igualmente, damos las gracias al Ministerio de Educación y Ciencia por el apoyo dado al primer firmante a través de una beca del Plan de Formación del Personal Investigador del programa de «Investigación Agrícola».

BIBLIOGRAFÍA

- AVELING, C. 1981. The role of *Anthocoris* species (Hom.: Anthocoridae) in the integrated control of the damson-hop aphid (*Phorodon humuli*). *Ann. appl. Biol.*, 97: 143-153.
- DE LA MESSELIÈRE, C. 1988. Contribution à l'étude de la biologie, l'écologie et à la lutte contre le puceron du houblon *Phorodon humuli* dans le Nord de la France. In: *Integrated pest and disease control in hops*, CAMPBELL, C.A.M. & I. HRDÝ (Eds.), 36-48. IOBC/WPRS BULL. East Malling.
- IABLOKOFF-KHNZORIAN, S.M. 1982. *Les coccinelles. Coléoptères-Coccinellidae. Tribu Coccinellini des régions Paléarctique et Orientale*. Société Nouvelle des Éditions Boubée. Paris.
- ILHARCO, F.A. 1983. Os níveis populacionais do piolho do lúpulo na região de Bragança. *Vida Rural*, 156: 26-28.
- ILHARCO, F.A. 1985. O piolho do lúpulo na região de Bragança. *Amigos de Bragança*, 30 (8): 1-15.
- ILHARCO, F.A., J. PINTO & J.J. VIEIRA 1979. *O piolho do lúpulo*. Série Protecção a produção agrícola. Serviços Regionais de Agricultura, Direcção Regional de Trás-Os-Montes.

- KREMHILLER, H.T. 1988. Auswirkungen der Insektizid-resistenz von *Phorodon humuli* auf den Pflanzenschutz im Hopfenbau. In: *Integrated pest and disease control in hops*, CAMPBELL, C.A.M. & I. HRDÝ (Eds.), 82-89. IOBC/WPRS BULL. East Malling.
- NAKOV, B.K., BOGDANOV, V.T. & NAKOVA, M.B. 1988. Integrated pest and disease control on hops in Bulgaria. In: *Integrated pest and disease control in hops*, CAMPBELL, C.A.M. & I. HRDÝ (Eds.), 74-80. IOBC/WPRS BULL. East Malling.
- NÚÑEZ PÉREZ, E. 1992. *Bases para el desarrollo del control integrado de los pulgones (Hom., Aphididae) de los cultivos de la provincia de León*. Tesis Doctoral, Servicio de Publicaciones, Universidad de León. León.
- PERJU, T. 1984. A contribution to the study of biology, ecology and control of the hop aphid (*Phorodon humuli* Schr.). In: *Integrated pest and disease control in hops*, HRDÝ, I. & H. HRDLICKOVA (Eds.), 33. IOBC/WPRS BULL. East Malling.
- PETRLÍK, Z. & ŠTYS, Z. 1988. Prognosis of diseases and pests in integrated control on hops in Czechoslovakia. In: *Integrated pest and disease control in hops*, CAMPBELL, C.A.M. & I. HRDÝ (Eds.), 49-55. IOBC/WPRS BULL. East Malling.
- RUZICKA, Z., VOSTREL, J. & ZELNÝ, J. 1988. Interaction between *Phorodon humuli* and indigenous predators in a pesticide untreated hop garden. In: *Integrated pest and disease control in hops*, CAMPBELL, C.A.M. & HRDÝ, I. (Eds.), 64-72. IOBC/WPRS BULL. East Malling.
- STARÝ, P. 1966. A review of the parasites of aphids associated with *Prunus* trees in Czechoslovakia (Hym., Aphidiidae; Hom., Aphidoidea). *Acta. ent. Bohemoslov.*, 63: 67-75.
- STARÝ, P. 1976. *Aphid parasites (Hym., Aphidiidae) of the Mediterranean area*. Dr. W. Junk. The Hague.
- TIZADO, E.J., NÚÑEZ PÉREZ, E. & NIETO NAFRÍA, J.M. 1993. El pulgón del lúpulo, *Phorodon humuli* (Hom. Aphididae): estudio de la evolución poblacional sobre su hospedador secundario, *Humulus lupulus*. *Boll. Lab. Ent. agr. Filippo Silvestri*, 48 (1991): 143-153.
- TIZADO, E.J., NÚÑEZ PÉREZ, E. & NIETO NAFRÍA, J.M. (en prensa). *Phorodon humuli* (Schränk, 1801) (Hom. Aphididae): evolución poblacional sobre su hospedador primario, *Prunus* spp. *Bol. Asoc. esp. Entom.*, 18(1).

Data de recepció: 10 de juliol de 1993

Data d'acceptació: 17 de gener de 1994

A new species of *Geomyza*, with new acalyptrate records to the Iberian Peninsula (Diptera, Acalyptrata)

Miguel Carles-Tolrá

Avda. Príncipe Asturias, 30 ático 1ª, E-08012 Barcelona, Spain

Summary

A new species of *Geomyza*, with new acalyptrate records to the Iberian Peninsula (Diptera, Acalyptrata).

A new opomyzid species, *Geomyza zumetae* sp.n., is described from Spain. Two genera (*Carnus* Nitzsch and *Santhomyza* Roháček) and eight species are recorded for the first time in the Iberian Peninsula. Furthermore, one species (*Meoneura furcata* Hennig) is also new to Europe.

Resumen

Una especie nueva de *Geomyza*, con nuevas citas de dípteros acalípteros para la Península Ibérica (Diptera, Acalyptrata).

Se describe un opomícido nuevo, *Geomyza zumetae* sp.n., de España. Dos géneros (*Carnus* Nitzsch y *Santhomyza* Roháček) y ocho especies se citan por primera vez en la Península Ibérica. Además, una especie (*Meoneura furcata* Hennig) se cita por primera vez en Europa.

Keywords: Diptera, Iberian Peninsula, *Geomyza zumetae* sp.n., faunistics, Acalyptrata.

ISSN: 1133-1232.

INTRODUCTION

Not many papers have been published referred to Diptera from the Iberian Peninsula, and even less information has been available on the Acalyptrata group to date (Carles-Tolrá, 1990). Because of this, since a few years ago, we are making faunistic studies on this group in that area (see references in Carles-Tolrá, 1993a).

Following with the study of the dipterological fauna of Los Monegros (Carles-Tolrá, 1992d-e, 1993b-c, and in press), we present here new interesting results with the aim to contribute to increase the list of acalyptrate Diptera recorded in the Iberian Peninsula.

MATERIAL AND METHODS

All this material has been collected by Mr. Javier Blasco-Zumeta in a very arid region of the northeast of Spain, in a zone called "Retuerta de Pina" (U.T.M. 30TYL29) at Pina de Ebro (Prov. Zaragoza, Los Monegros), by means

of various collecting methods (Moericke trap, pitfall trap, sweeping on vegetation, coloured plates, light trap, and trap with pig's liver), which are indicated in each species.

The material has been identified by the author and is mainly deposited in his private collection. The sexes are indicated with M (males) and F (females).

ANTHOMYZIDAE

Santhomyza inermis Roháček, 1984

26.V.1989, 1F (light trap); 2.V.1992, 1F (sweeping on *Euphorbia serrata*), 28.V.1992 3M, 5F (sweeping on *Tamarix canariensis*). This genus comprises three species: *S. bezzii* (Czerny) from Italy, *S. biseta* Roháček & Báez from Canary Islands, and *S. inermis* which was described from Santorini I. (Greece). Recently (Roháček & Freidberg, 1993), it has been also recorded from Israel. Therefore, these new findings represent the first record of this species to western Europe, and the first record of this genus to the Iberian Peninsula.

In Israel this species seems to have two disjunct populations: a) one along the Mediterranean coast, where the specimens were swept mainly from *Polygonum* sp., and *Aeluropus litoralis*, and b) another at the Dead Sea area, where they were swept from various herbaceous plants, the most common ones were *Tamarix* sp. and *Phragmites australis* (for more detailed information see Roháček & Freidberg, 1993).

CAMILLIDAE

Camilla fuscipes Collin, 1933

18.VI.1991, 4M 4F (collected with coloured plates near a pond). *C. fuscipes* was described, and it was hitherto only known, from Great Britain, so its distribution is extended now to southern Europe.

This record represents the sixth species of this genus occurring in Spain (Carles-Tolrá, 1990, 1992b; Carles-Tolrá et al., 1993).

CARNIDAE

Carnus hemapterus Nitzsch, 1818

20.V.1991, 1F (Moericke trap); 7.VI.1991, 1F (Moericke trap); 28.VI.1992, 1M (trap with liver of pig); 8.VII.1992, 1M 1F (trap with liver of pig). Monotypic genus, distributed through the Holarctic and Afrotropical regions. New genus and species to the Iberian Peninsula.

Both larvae and adults are found in bird's nests, and the adults are often seen on nestling birds.

Meoneura furcata Hennig, 1937

10.II.1990, 1M (coloured plate); 17.III.1990, 1M (coloured plate);

14.X.1990, 1M (coloured plate); 17.XI.1990, 1M (coloured plate); 9.IV.1991, 1M (coloured plate); 14.X.1991, 1M (pitfall with beer); 26.X.1991, 17M (coloured plate); 9.XII.1991, 1M (coloured plate). Hennig (1937) described this rare species in basis of 1 unique male specimen collected in Algeria, therefore this new captures represent the first record of this species to Europe, and the nineteenth to Spain (Carles-Tolrá, 1990, 1992a).

The surstylus of the Spanish specimens presents various long apical hairs contrarily to Hennig's figure, in which there is only one. Undoubtedly all hairs, excepting one, of Hennig's specimen were broken; nevertheless it is possible to see, more or less, the insertion points of the hairs in the figure. On the other hand, the form and shape of the surstylus fit well with that of all the Spanish specimens examined.

HELEOMYZIDAE

Oecothoa ushinskii Gorodkov, 1959

12.I.1991, 2M (coloured plate); 7.V.1991, 1M (coloured plate). This species was described from material caught in the ex URSS: South European territory (Crimea, Dagestan ASSR) and Soviet Middle Asia (Turkmen SSR, Tajik SSR), therefore these specimens extend its distribution to western Europe.

The genital structures of the specimens examined fit well with the description and figures given by Gorodkov (1959), so there is no doubt about their correct identification.

LONCHAEIDAE

Lonchaea laticornis Meigen, 1826

20.V.1989, 1F (on flower of *Cardus bourgeanus*); 2.VI.1990, 1F (sweeping on *Onopordum corymbosum*); 10.V.1992, 1F (wilkening trap); 25.V.1992, 1F (wilkening trap); 12.VI.1993, 1F (on flower of *Retama sphaerocarpa*). Distributed all through Europe excepting the South. New species to the Iberian Peninsula. This new record increases to five the number of Spanish species of this genus recorded in the Iberian Peninsula (Carles-Tolrá, 1990, 1992c).

OPOMYZIDAE

Geomyza zumetae sp.n.

Holotype male. General colour dark brown.

Head: occiput, postgena, frontal triangle and vertex dark brown. Frons, face, parafacial and gena yellow. Antenna yellow (slightly darkened externally), arista plumose (dorsal hairs much longer than ventral ones). Palpus yellow. Vibrissae absent, peristomal bristles long, decreasing anteriorly.

Thorax: dark brown. 1+2 dc, 1 h, 2 mp, 1 prst, 1 sa, 1 pa. Scutellum brown, 2 sc (anterior minute), pteropleura with 2-3 very small hairs, pteropleural bristle absent. Mesopleura with 1 strong posterior bristle. 1 st.

Legs: fore leg totally yellow, mid and hind coxae yellow, mid and hind femora dark brown with yellow bases and apices; mid tibia yellow, somewhat darkened basally; hind tibia brown, somewhat yellowish apically; mid and hind tarsi yellow.

Wing: brownish, apical brown spot well visible, surrounding apices of r_{2+3} and r_{4+5} . Wing base and costal cell dark brown. ta and tp not shaded. Posterior margin of the wing normal (curved, convex), not parallel to m_{3+4} . Haltere whitish.

Abdomen dark brown.

Male genitalia (Figures 1-4): dark brown. Epandrium (Figure 1) pilose, with 1 dorsolateral bristle. Surstylus (Figure 2) very thin, curved posterointernally, pilose and with 6 black teeth (3 apical and 3 along posterior side). Aedeagus (Figure 3) black, well sclerotized, apex rounded. Aedeagal apodeme (Figure 4) pointed, slightly downwards-curved apically. Cerci oval, with 2-3 moderately long hairs.

Female: frons and face brown, gena brownish, antenna yellow (somewhat darkened). Other characters as in the male.

Female genitalia (Figures 5-7): tergite 8 divided into 2 lateral, long, narrow, little sclerotized sclerites, and fused with cerci. Sternite 8 (Figures 5-6) short and wide, convex, anteriorly desclerotized, with 2 apical diminute hairs, and with 2 posterolateral longitudinal lines. Cercus (Figure 7) oval, pilose, with 3 apical and 1 median long hairs.

Total body length: male 3.7 mm; female 4.3 mm (postabdomen evaginated)

Holotype male: Spain, Zaragoza, Pina de Ebro (Retuerta de Pina), 12.I.1991, caught with coloured plate (J. Blasco-Zumeta leg). Female paratype: same data as for holotype, 10.XI.1991. Type material deposited in the author's collection.

According to Czerny (1928), *Geomyza zumetae* sp.n. keys out to *G. angustipennis* Zetterstedt, 1847. Both species can be easily differentiated mainly by the posterior margin of the wing (it runs clearly parallel to m_{3+4} in *angustipennis*) and by the colour of the legs (legs yellow, mid and hind tibiae somewhat brownish basally in *angustipennis*).

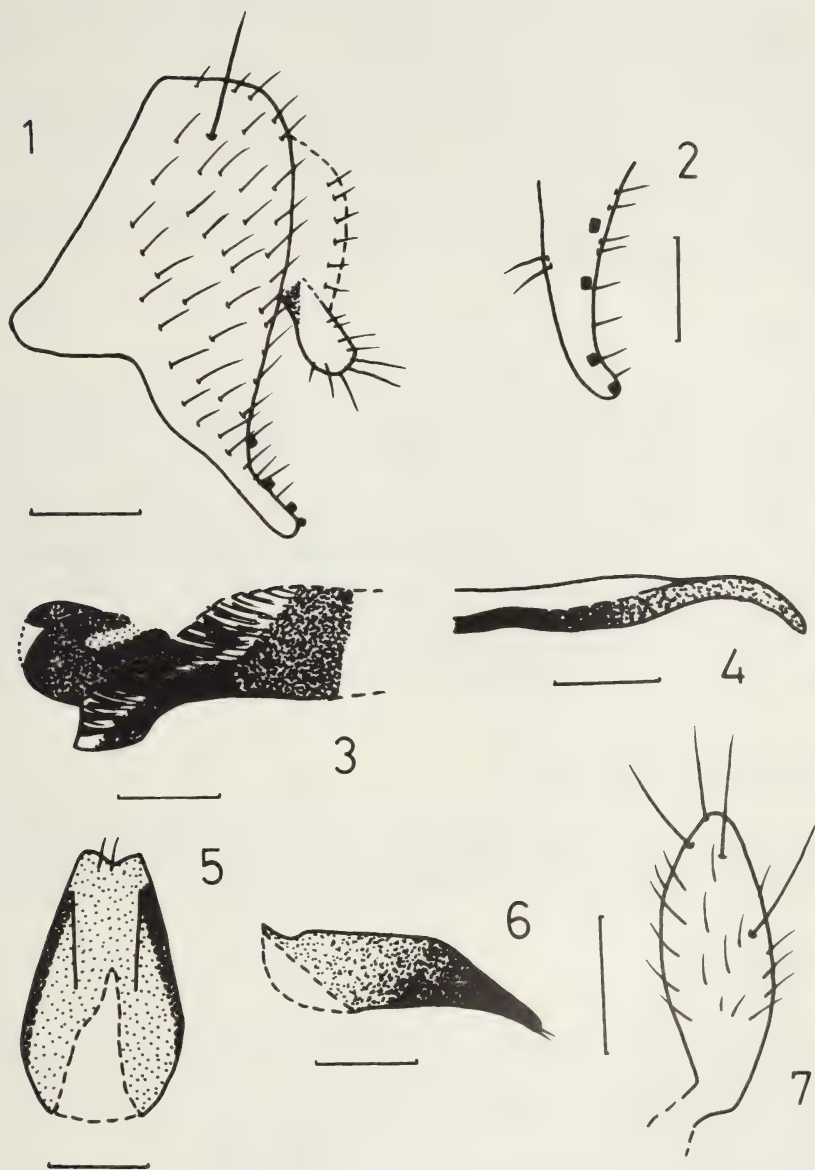
I named this new species for Mrs. Victoria Zumeta, Mr. Blasco-Zumeta's wife.

SPHAEROCERIDAE

Leptocera (Rachispoda) brevior Roháček, 1991

8.VII.1991, 1H (light trap). This recently described species is known from Europe, N. Africa and Israel. New species to the Iberian Peninsula.

According to Roháček (1991) it is found in wet places in forests, boggy meadows, marshes, muddy shores of fresh and salty waters and also on sea coast.



Figures 1-7. *Geomyza zumetae* sp.n. 1, male genitalia laterally (only 4 teeth visible from this angle); 2, apex of the surstylus caudally (only 1 apical tooth visible from this angle); 3, apex of the aedeagus laterally; 4, apex of the aedeagal apodeme laterally; 5, female sternite 8 ventrally; 6, female sternite 8 laterally; 7, female cercus laterally. Scales= 0.1 mm

Leptocera (Rachispoda) kabuli Papp, 1978

25.VIII.1990, 1M (light trap); 8.VII.1991, 1M (light trap); 5.IX.1991, 2H (light trap); 18.VIII.1992, 1M (light trap). This species was described from Afghanistan, but now it is also known from Europe, N. Africa, Israel and Canary Is. New species to the Iberian Peninsula.

Biology only little known, this species occurs around salty springs and other waters with greater salinity. It can be also found on sea shores but it is much rarer there (Roháček, 1991).

With these two new records, sixteen species of this genus are known to occur in Spain: three belonging to subgenus *Leptocera* Olivier and thirteen to subgenus *Rachispoda* Lioy.

RESULTS

Nine new species, belonging to seven acalyptrate Diptera (Anthomyzidae, Camillidae, Carnidae, Heleomyzidae, Lonchaeidae, Opomyzidae and Sphaeroceridae) are recorded for the first time in the Iberian Peninsula. One of them is new to science (*Opomyza zumetae* sp.n.), four of them amplify notably their geographical distribution, as one is new to Europe (*Meoneura furcata*), two are new to western Europe (*Santhomyza inermis* and *Oecotha ushinskii*), and the last one is new to southern Europe (*Camilla fuscipes*). Finally, the four remaining species (*Carnus hemapterus*, *Lonchaea laticornis*, *Leptocera brevior* and *Leptocera kabuli*) and two genera (*Santhomyza* Roháček and *Carnus* Nitsch) are recorded for the first time in the Iberian Peninsula.

ACKNOWLEDGEMENTS

I want to express my most sincere thanks to Mr. Javier Blasco-Zumeta (Pina de Ebro) for the shipment of this very interesting dipterological material for study, and also to Dr. J. Roháček (Opava) for his comments on Anthomyzidae.

REFERENCES

- CARLES-TOLRÁ, M. 1990. *Contribución al estudio de los Diptera, Cyclorrhapha, Acalyptratae (Insecta) de España peninsular. Tesis Doctoral*. Facultad de Biología, Barcelona. 621pp.
- CARLES-TOLRÁ, M. 1992a. New and interesting records of Diptera Acalyptrata from Spain. Part I: Acartophthalmidae, Opomyzidae, Anthomyzidae, Asteiidae, Carnidae, Tethinidae, Milichiidae and Cryptochetidae. *Bull. Annl. Soc. r. belge Ent.*, 128: 343-353.
- CARLES-TOLRÁ, M. 1992b. New and interesting records of Diptera Acalyptrata from Spain. Part II: Heleomyzidae, Trixoscelidae, Chyromyidae, Curtonotidae, Camillidae, Diastatidae and Campichoetidae. *Graellsia*, 48: 19-24.
- CARLES-TOLRÁ, M. 1992c. New and interesting records of Diptera Acalyptrata from Spain. Part IV: Micropezidae, Psilidae, Lonchaeidae, Otitidae, Ulidiidae, Platystomatidae, Pallopteridae and Piophilidae. *Boll. Mus. civ. St. nat., Venezia*, 41(1990): 207-218.
- CARLES-TOLRÁ, M. 1992d. *Meoneura flabella* sp.n.: a new carnid species from Spain (Insecta, Diptera, Carnidae). *Reichenbachia*, 29(2): 193-194.

***Geomyza zumetae* sp.n. and new acalyptrate records.**

- CARLES-TOLRÁ, M. 1992e. *Oldenbergiella pappi* sp.n.: a new heleomyzid species from Spain (Insecta, Diptera, Heleomyzidae). *Reichenbachia*, 29(2): 195-197.
- CARLES-TOLRÁ, M. 1993a. Algunas especies de dípteros nuevas o interesantes para la Península Ibérica (Diptera, Acalyptratae). *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 17(1): 9-18.
- CARLES-TOLRÁ, M. 1993b. A new *Trixoscelis* species and other material from Spain (Diptera, Trixoscelididae). *Stuttgarter Beitr. Naturk., Serie A, Nr. 501*: 1-4.
- CARLES-TOLRÁ, M. 1993c. *Trixoscelis curvata* sp.n.: a new trixoscelid species from Spain (Diptera). *Annal. Naturhist. Mus. Wien*, 94/95, Serie B: 491-494.
- CARLES-TOLRÁ, M. (in press). A new heleomyzid species from Spain: *Oldenbergiella blascoi* sp.n. (Diptera, Heleomyzidae). *Zoologica baetica*.
- CARLES-TOLRÁ, M., GARANTO, O. & CHECA, J.I. 1993. Nuevas citas y datos de dípteros acalípteros para España (Diptera: Acalyptrata). *Ses. Entom. ICHN-SCL*, 7(1991): 83-89.
- CZERNY, L. 1928. 54c. Opomyzidae. In *Die Fliegen der palaearktischen Region*, Lindner: 6(1): 1-15.
- GORODKOV, K.B. 1959. Revision of the Palaearctic species of the Genus *Oecothoa* Hal. (Diptera, Helomyzidae). *Ent. Obozr.*, 38(4): 905-922.
- HENNIG, W. 1937. 60. Milichiidae et Carnidae. In *Die Fliegen der palaearktischen Region*, Lindner: 6(1): 1-91.
- ROHACEK, J. 1991. A monograph of *Leptocera* (*Rachispoda* Lioy) of the West Palaearctic area (Diptera, Sphaeroceridae). *Cas. Slez. Muz. Opava (A)*, 40: 97-288.
- ROHACEK, J. & FREIDBERG, A. 1993. The Anthomyzidae (Diptera) of Israel, with revision of *Anagnota* Becker. *Israel J. Entomol.*, 27: 61-112.

Data de recepció: 13 de gener de 1993

Data d'acceptació: 15 de desembre de 1993

Revisió de les espècies del gènere *Diplolepis* de l'Europa centro-occidental (Hym., Cynipidae) amb una especial atenció a la península Ibèrica.

J. Pujade i Villar

Departament de Biologia Animal (Artròpodes), Facultat de Biologia,
Universitat de Barcelona, Avda. Diagonal, 645, 08028 Barcelona

Summary

Review of *Diplolepis* genus species from West and Central Europe (Hym., Cynipidae) referring specially to the Iberian Peninsula.

In this study, six true species are recognized in the West and Central Europe. Three new synonymies are proposed: *Diplolepis kiefferi* (Loiselle, 1912) and *Diplolepis rosarum* (Giraud, 1859) are new synonymies of *D. nervosa* (Curtis, 1838), and *Diplolepis rufipes* (Förster, 1869) is synonym of *D. eglanteriae* (Hartig, 1840). An identification key is built, which allows the separation of the two sexes of the different species under study. Data about their biology, distribution and synonymies are reported. Affinity between *Diplolepis* species and *Rosa* species on where they live, is studied. Finally, the distribution of Iberian species is studied, and first record of *D. nervosa* (Curtis, 1838) in Spain is reported.

Résumé

Révision des espèces du genre *Diplolepis* d'Europe centro-occidentale (Hym., Cynipidae), en particulier dans la Péninsule Ibérique.

Dans cette étude nous distinguons un total de six espèces de *Diplolepis* en Europe centro-occidental. On propose trois nouvelles synonymies; *Diplolepis kiefferi* (Loiselle, 1912) et *Diplolepis rosarum* (Giraud, 1859) sont de nouvelles synonymies de *D. nervosa* (Curtis, 1838), et *Diplolepis rufipes* (Foerster, 1869) est synonyme de *D. eglanteriae* (Hartig, 1840). Pour pouvoir différencier les espèces étudiées (en attendant des mâles et des femelles) on ajoute une clé d'identification. De plus, pour chaque espèce, nous avons de meilleures connaissances sur leur biologie et distribution; et nous ajoutons leurs synonymies les plus remarquables. On étudie aussi la possible affinité des espèces de *Diplolepis* sur les différentes espèces de *Rosa*. Finalement, nous nous sommes intéressées à l'étude des espèces trouvées dans la Péninsule ibérique; notamment *Diplolepis nervosa* est mentionnée pour la première fois en Espagne.

Resum

Revisió de les espècies de *Diplolepis* de l'Europa centro-occidental (Hym., Cynipidae) amb una especial atenció a la península Ibèrica.

Es reconeixen en aquest estudi un total de sis espècies vàlides a la Europa centro-occidental. Es proposen tres noves sinonímies: *Diplolepis kiefferi* (Loiselle, 1912) i *Diplolepis rosarum* (Giraud, 1859) són noves sinonímies de *D. nervosa* (Curtis, 1838), i *Diplolepis rufipes* (Foerster, 1869) ho és de *D. eglanteriae* (Hartig, 1840). S'estableix una clau de identificació que permetrà separar els dos sexes de les diferents espècies considerades. Es donen dades sobre la

biologia, distribució i sinonímies que presenten cadascuna d'elles. S'estudia la possible afinitat de les diferents espècies de *Diplolepis* respecte a les espècies de *Rosa* en les que es troben. Finalment s'estudia la distribució coneguda de les diferents espècies a la península Ibèrica, entre les que destaca *Diplolepis nervosa* (Curtis, 1838) que es cita per primera vegada a Espanya.

Key words: Hymenoptera, Cynipidae, *Diplolepis*, review, taxonomy, Europe, Iberian Peninsula.

ISSN: 1133-1232.

INTRODUCCIÓ

Diplolepis és un gènere de distribució holàrtica que inclou unes 40 espècies, de les quals únicament 10 han estat citades a Europa. Tres d'aquestes espècies són considerades, en aquest estudi, com a sinònimes d'altres preexistents, per la qual cosa el nombre d'espècies reals es redueix a un total de 7. Totes elles, a excepció de *Diplolepis fructuum* Rübsaamen, 1895, es troben a la Europa centro-occidental per la qual cosa aquest estudi contempla la revisió de 6 espècies vàlides.

La revisió de les espècies europees, tenint en compte la presència dels dos sexes, és inexistent des de l'estudi de Kieffer (1897-1901). Malgrat tot, Belezin (1957) estudia les espècies ruses (incloent-hi com a bones espècies aquelles que considerem invalidades en aquest estudi) i Eady & Quinlan (1963) fan referència a les espècies britàniques. Pel que fa a la península Ibèrica Tavares (1927) inclou una monografia dels *Rhodites* (actualment sinònimia de *Diplolepis*) que al nostre entendre presenta errors. És per això, juntament amb el fet de que els estudis anteriors (i més moderns) no contemplen la morfologia del mascles (possiblement per la biologia peculiar que presenten algunes d'aquestes espècies), que es fa necessària, al nostre entendre, una revisió global de les espècies que considerem.

Diplolepis està caracteritzat biològicament per produir gal·les exclusivament en el gènere *Rosa* i morfològicament per la presència d'un solc transversal a la mesopleura així com per la forma de l'hipopigi. Cal esmentar que els mascles es presenten en una proporció desigual a les diferents espècies de *Diplolepis*. En algunes el percentatge entre els dos sexes és semblant, per la qual cosa la reproducció transcorre per via sexual típica; per a altres espècies l'aparició dels mascles és rara o ocasional (depenent en part, i en algunes d'elles, de la latitud en la que es recullen les mostres), per la qual cosa la reproducció es realitza habitualment per partenogènesi telitoca, desconeixent-se el paper dels mascles (quan aquests hi són presents). Finalment, en diverses espècies els mascles són desconeguts (completament o en àrees molt extenses de territori) pel que s'haurien de reproduir per agàmia indefinida si més no localment.

Aquest treball pretén revisar la posició sistemàtica del gènere, caracteritzar les espècies tant des d'un punt de vista biològic com morfològic i elaborar una clau d'identificació adequadament il·lustrada. Dediquem una atenció especial al coneixement d'aquest gènere a la península Ibèrica i més concretament al nord-est ibèric. A més a més s'inclou per a cadascuna de les espècies estudiades

les cites anteriors més rellevants com són: les diferents denominacions que han patit al llarg de la història (incloent les sinonímies), així com aquelles altres d'importància especial per alguna causa que ho justifiqui, i les citacions europees (i per tant també les peninsulars) que no estiguin referides en el text ni estiguin exposades en Weld (1952). Per ampliar aquestes dades caldrà consultar Dalla Torre (1893) i Dalla Torre & Kieffer (1910).

MATERIAL I MÈTODE

La majoria del material estudiat ha estat col·lectat per l'autor durant els darrers 12 anys, majoritàriament al nord-est ibèric. A més han estat examinats exemplars pertanyents a diferents espècies procedents de col·leccions de les següents institucions:

- Naturhistorisches Museum Wien (NMW)
- Zoologische Staatssammlung München (ZSM)
- Museum Naturkunde Berlin (MNB)
- Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (MNHN)
- Centre de Recherches de Montpellier (CERDAT)
- Museu de Zoologia de Barcelona (MZB)
- Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)
- Universitat de Barcelona (UB)

El material propi ha estat obtingut majoritàriament a partir de gal·les col·lectades sobre *Rosa*, si bé esporàdicament també hem capturat adults al vol. Aquest material es troba dipositat a la col·lecció de l'autor (veure Pujade, 1991).

Les fotografies al Microscopi electrònic han estat realitzades (previ bany d'or) a 10 KV per eliminar tant com sigui possible la càrrega electrostàtica de les mostres.

Gènere *Diplolepis* Geoffroy

- Cynips* Linnaeus, 1758. *Sist. Nat.* ed. 10a, Vol. 1:343 & 553 (ex parte).
Diplolepis Geoffroy, 1762. *Hist. Insect.*, 2:309. Espècie tipus: *Cynips rosae* Linnaeus, 1758 (designat per Karsch, 1880).
Cynips (Eucharis) Panzer, 1806. *Krit. Revis.*, II: 96.
Rhodites Hartig, 1840. *Zeitschr. f. Entom.*, II(6): 186.
Aylax Hartig, 1840. *Zeitschr. f. Entom.*, II(6): 196 (ex part).
Hololexis Förster, 1869. *Verh. zool. bot. Ges. Wien*, XIX(6): 330 & 333.
Tribalia Walsh, 1864. *Proc. Soc. Phila.*, 2: 470.
Cynips (*Rhodites*) Kaltenbach, 1874. *Pflanzenfeinde*, 81: 223.
Rhodites Hartig. Dalla Torre, 1898-1908: 126.
Lytorhodites Kieffer, 1902. *Bull. Soc. Hist. Nat. Metz*, 10(2): 96.

- Rhodites* Hartig. Ashmead, 1903. *Psyche*, 1903: 147.
Rhodites Hartig. D.T. & Kieffer, 1910. *Das Tierreich*.
Diplolepis Geoffroy. Rohwer & Fagan, 1917. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, 53: 365
Rhodites Hartig. Kinsey, 1920. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 42: 391.
Rhodites Hartig. Tavares, 1927. *Broteria*, 24: 118.
Diplolepis Hartig. Weld, 1952: 279 (Privately printed).
Diplolepis Geoffroy. Belezin, 1957. *Entom. obozr.*, 26(4): 925.
Diplolepis Geoffroy. Eady & Quinlan, 1963: 33
Diplolepis Geoffroy. Kierych, 1966. *Bull. Acad. Pol. sci.*, 14(7):498.

El gènere *Diplolepis* Geoffroy, 1762, s'inclou en la tribu Rhoditini dins de la subfamília Cynipinae. Va ser Ashmead (1903) qui definí les cinc tribus que presenten els Cynipini. Així, per aquest autor, els Rhoditini biològicament són aquells Cynipinae que formen les gal·les exclusivament en el gènere *Rosa* i que a més morfològicament presenten l'hipopigi molt prominent i en forma d'arada. Malgrat això, hi ha dos gèneres de cinipins que se solapen parcialment amb la definició dels Rhoditini, pel que mereixen una atenció especial. En primer lloc, *Eschatocerus* Mayr, 1881 que coincideix amb *Diplolepis* per la forma de l'hipopigi, però que se separa clarament d'ell no només per múltiples caràcters morfològics (Weld, 1952) sinó també per la seva biologia ja que ocasiona gal·les en acàcies arbustives d'Amèrica del sud i Central (Uruguai i Argentina), tal com indiquen entre d'altres Weld (1952) i Díaz & Santis (1975). Aquest gènere configura una tribu independent monogenèrica (Eschatocerini) caracteritzada per la posició de les antenes, per la presència de solcs postantenals i per produir les gal·les a les plantes esmentades. En segon terme, hem de considerar *Liebelia* Kieffer, 1903, que per a Ashmead (1903) pertany als Cynipini mentre que per a Kinsey (1920) és un gènere dels Rhoditini. El cert és que produeix les gal·les en el gènere *Rosa* (com els Rhoditini) però les femelles mai presenten l'hipogidi en arada (com els Cynipini). Per tot això, coincidint amb Folliot (1964), les tribus dels Cynipini han de ser caracteritzades només en funció del grup vegetal atacat. Així els Rhoditini agruparia els cinipins que formen les gal·les en el gènere *Rosa*, és a dir *Liebelia*, *Diplolepis* i *Nipporhodites* Sakagami, 1949 (si veritablement aquest darrer gènere no és sinònim de *Diplolepis* ja que Weld (1952) i Belezin (1957) arriben a conclusions contradictòries).

DIAGNOSI DEL GÈNERE. **Longitud** de les femelles: 2-4 mm; mascles: 1,5-2 mm. **Coloració:** variable entre testaci i negre. Els exemplars europeus gairebé sempre presenten el cap i el tòrax totalment negres i brillants; l'abdomen pot ser igual que el tòrax o parcialment rogenc. **Cap.**— Mai eixamplat darrera dels ulls, en visió dorsal. La distància malar és pràcticament tan llarga com l'alçada dels ulls. El solc malar mai es presenta. Antenes de 14-15 artells, situades a la meitat superior del cap. El tercer artell sempre és clarament més llarg que el quart. Palps maxil·lars de 5 artells i labials de 2. **Tòrax.**— Pronot estret en la seva part mitjana (de l'ordre d'1/7 o menys respecte a la longitud basal), sense fossetes ni carenes. Mesonot esculturat. Notaules presents, complets o no. Escutel separat de l'escut per un solc transversal, un xic convex i posteriorment arrodonit.

Fossetes escutel·lars presents, o en el seu defecte sempre existeix una depressió transversal. Propodeu carenat. Pleures amb un solc transversal (en totes les espècies europees), puntejat o reticulat. Ales pubescents i d'aspecte ciliat; cel·la radial curta, tancada. Ungles dels tarses simples. **Gàster.**— Caracteritzat per la forma de l'hipopigi, el qual recorda una arada. Espina ventral més llarga que ampla.

ESPÈCIES EUROPEES I CLAU D'IDENTIFICACIÓ DE LES ESPÈCIES ESTUDIADES

Ja hem comentat que de les set espècies que presumiblement es presenten a Europa, l'única que no considerem en aquest estudi és *D. fructuum*, malgrat haver examinat els tipus. I és que *D. fructuum* és un cas especial. En efecte, si bé Belezin (1957) la proposa com una espècie sinònima de *D. mayri* Schelechtendal, 1877, Kierych (1966) desestima aquesta apreciació per considerar que la morfologia escutel·lar és diferent entre aquestes espècies. El cert és que les gal·les que produeix *D. fructuum* són en aparença semblants a les que ocasiona *D. mayri*; la diferència en aquest sentit radica en la dependència d'atacar els fruits dels rosers (en el cas de *D. fructuum*) o l'ocasionalitat d'aquest fet (a *D. mayri*). Quan hem recol·lectat gal·les sobre fruits de rosers (presumiblement pertanyents a *D. mayri* tot i que morfològicament podien ser assimilables a *D. fructuum*) mai hem aconseguit obtenir-ne els adults per poder reafirmar així la hipòtesi de Kierych (1966) pel que fa a la distribució d'aquestes espècies. En efecte, segons aquest autor *D. fructuum* presentaria una distribució europeu-oriental i asiàtica, mentre que *D. mayri* seria present, a més de l'àrea anterior, a la resta d'Europa; a l'Àsia Menor, al Nord d'Àfrica i al Sud d'Amèrica ha estat introduïda. Després de revisar la sèrie típica de *D. fructuum* (que està conservada en preparacions) no hem pogut arribar a cap conclusió en no haver pogut observar-ne els caràcters als quals feia referència Kierych en el seu estudi.

En referència a la identificació de les espècies hem d'esmentar en primer lloc que les claus fetes per Kieffer (1897-1901) són poc concretes i excessivament carregades d'aspectes cromàtics; únicament podran ser utilitzades per diferenciar els mascles (tenint present que no inclouen *D. mayri*). Les claus elaborades per Tavares (1927) separen les espècies de forma poc precisa, atenent gairebé exclusivament al tipus de cel·la radial, la qual s'observa variable i de difícil seguiment per precisar la major part de les espècies de *Diplolepis* que es consideren. Finalment, les claus d'Eady & Quinlan (1963), per a la fauna anglesa, són les més coherents, però separar algunes espècies es fa difícil, fins i tot es poden observar diferències morfològiques més o menys acusades en comparació als adults estudiats del nord-est ibèric. És per tot això que presentem les següents claus d'identificació, les quals a l'incloure diversos caràcters ens permetran al mateix temps caracteritzar les espècies, per la qual cosa no caldrà fer les corresponents diagnosis.

- 1- Escutel, en visió dorsal, clarament més llarg que ample (Figura 1). Solc mitjà posterior de l'escut visible i de longitud variable. Tercer artell antenal rectilini en els dos sexes, com a màxim 1.5 vegades més llarg que el quart (Figures 21-23). Cap, en visió frontal, transversal o trapezoïdal (Figures 17 i 18). Gal·les uniloculars, esfèriques i perfectament separables del teixit foliaci (Figures 28 i 29). 2
- Escutel arrodonit (Figura 2). Solc mitjà posterior de l'escut absent, a excepció a vegades de *D.spinossissimae*. Tercer artell antenal com a mínim 1.7 vegades tan llarg com el quart; rectilini a les femelles (Figures 24, 25 i 27) i corbat i un xic escotat en els mascles (Figura 26). Cap en visió frontal oval (Figura 16). Gal·les diferents i inseparables del teixit vegetal en el que es troben inmerses. 4
- 2- Ales uniformement brunes; cel·la radial llarga (unes tres vegades més llarga que ampla) i amb les venes primes; primera abscisa del radi corbada (Figura 10). Cara i escut brillants, amb una escultura pilífero-puntejada (amb els interespais llisos). Tercer artell de les antenes prim i llarg (Figura 22), com a mínim 5 vegades més llarg que ample; d'un gruix semblant a la part basal i a l'apical. Escutel amb una feble depressió en la part centro-apical. Potes majoritàriament rogenques *D.eglanteriae* (Hartig)
- Ales fortament ombrejades al voltant de la cel·la radial, la qual és més curta i presenta les venes gruixudes; primera abscisa del radi angulosa (Figures 9 i 11). Cara (com a mínim a la part mitjana) i escut amb una escultura coriàcia o finament reticulada en la qual destaquen alguns punts escampats. Primer artell del funicle més curt i ample (més gruixut apicalment que basalment). Escutel de vegades amb una línia mitjana longitudinal. Potes de coloració variable 3
- 3- Línia mitjana posterior de l'escut llarga (Figura 5), ocupa clarament 1/3 de la longitud de l'escut; aquesta i els notaules són relativament profunds. Cel·la radial amb la segona abscisa del radi habitualment sinuosa (Figura 9). Aréola variable, però sovint molt petita o nul·la. Gàster, en els dos sexes, rogenic o majoritàriament rogenic. Com a mínim el tercer parell de potes amb el fémur negre. *D.nervosa* (Curtis)
- Línia mitjana posterior de l'escut sovint curta, no superant 1/3 de la longitud de l'escut; aquesta i els notaules estan feblement impresos. Cel·la radial amb la segona abscisa del radi uniformement corbada (Figura 11). Aréola gran i triangular en els dos sexes. Mascles gairebé sempre amb gàster negre o majoritàriament negre, mentre que a les femelles és rogenic. Totes les potes groc rogenques. *D.centifoliae* (Hartig)
- 4- Notaules fortament convergents cap a la part posterior (Figura 2). Ales uniformement ombrejades a excepció de la zona més propera a les venes de la cel·la radial (Figura 15). Gàster totalment negre en els dos sexes. Femelles amb la relació POL semblant a la distància OOL (Figura 19); diàmetre de l'ocel·le més petit que la separació entre l'ocel·le central i el lateral (Figura 19). Els mascles tenen a l'escutel una carena longitudinal central i la línia mijana posterior de l'escut és visible. Gal·les uniloculars situades a l'interior de les fulles o dels peciols (Figura 30.) *D.spinossissimae* Giraud
- Notaules menys convergents cap a la part posterior. Ales, a les femelles, amb la cel·la radial conspicuament més ombrejada. Gàster majoritàriament rogenic a les femelles i parcialment rogenic als mascles. Femelles amb la relació OOL més gran que la POL (Figura 20); diàmetre ocel·lar visiblement més gran que la separació entre l'ocel·le central i el lateral (Figura 20). Mascles sense carena a l'escutel i sense línia mijana posterior a l'escut. Gal·les pluriloculars i coalescents proveïdes a la seva superfície de filaments, plans més o menys ramificats, o d'espines. 5
- 5- Mesoescut feblement coriàci (Figura 4). Notaules fortament impresos en tota la seva longitud; escutel rugós, amb una franja longitudinal coriàcia entre les fossetes (Figura 4).

- Cel·la radial a les femelles amb la vena radial I angulosa i vena radial accessòria clarament marcada (Figura 13); vena accessòria inexistent als mascles (Figura 12). El segon artell de les antenes dels mascles és clarament més llarg que ample (Figura 26). Gal·les localitzades a partir de la malformació d'un borro i més rarament a partir dels fruits; superfície proveïda d'espines (Figura 32). *D.mayri* Schlechtendal
- Mesoescut fortament coriàci (Figura 3). Notaules sovint menys marcats a la part anterior; escutel totalment rugós amb els espais interns coriàcis (Figura 3). Cel·la radial a les femelles amb la vena radial I corbada o feblement angulosa amb la vena radial accessòria inexistent o molt curta (Figura 14). El segon artell de les antenes dels mascles és curt o gairebé tant llarg com ample. Gal·les ocasionades a partir dels borrons o localitzades a les fulles i als fruits, encara que més rarament; superfície proveïda de nombrosos pèls plans i ramificats (Figura 31). *D.rosae* (Linnaeus).

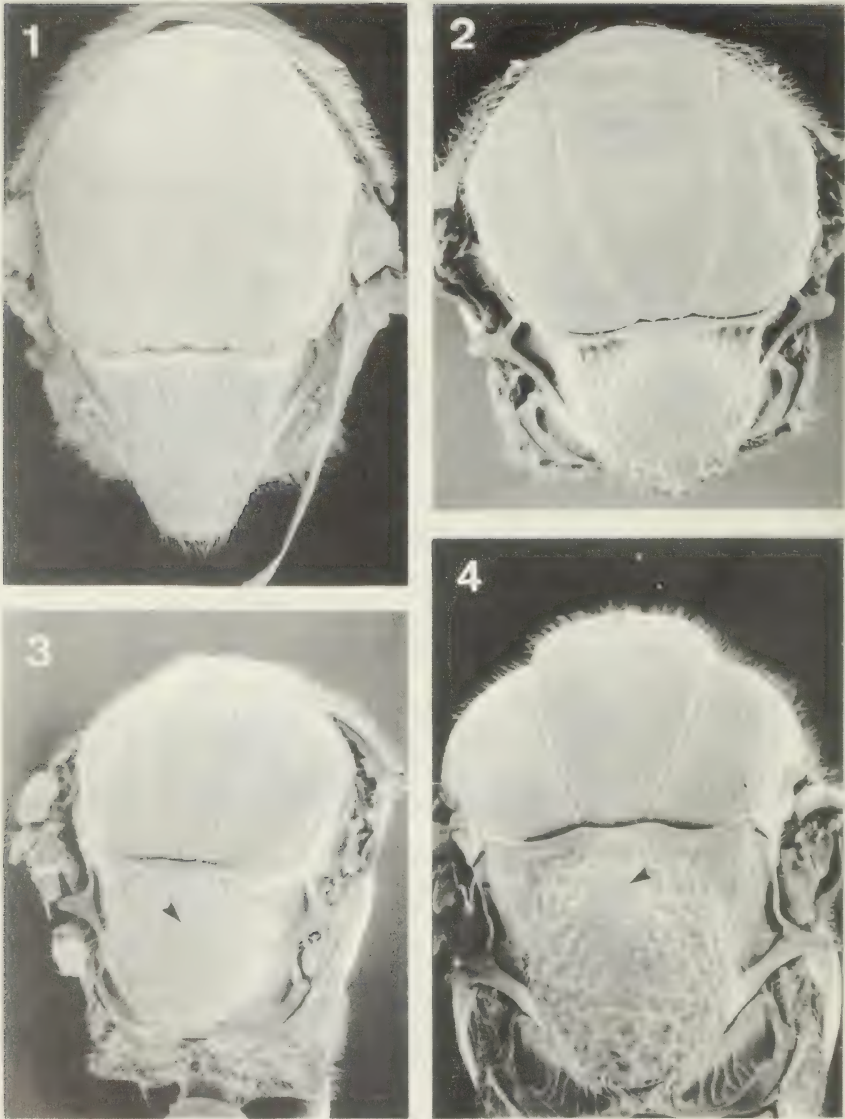
Diplolepis eglanteriae (Hartig, 1840)

- Rhodites eglanteriae* Hartig, 1840. *Zeitschr. f. Entom.*, II (3): 194 (♀).
Rhodites eglanteriae Hartig. Schenck, 1862. *Jahrb. Ver Nassau*, XVII: 215 (♂).
Hololexis eglanteriae (Hartig) Förster, 1869. *Ver. zool. bot. Ges. Wien*, XIX: 333.
Hololexis rufipes Förster, 1869. *Ver. zool. bot. Ges. Wien*, XIX: 333 (lectotipus ♀ examinat i designat aquí) **n.syn.**
Rhodites rufipes Förster. Mayr, 1882. *Jahresber. Comm. Oberrealsch. I. Bez. Wien*, p. 3.
Diplolepis eglanteriae (Hartig). Belezin, 1957. *Entom. obozr.*, 36(4): 928.
Diplolepis eglanteriae (Hartig). Eady & Quinlan, 1963: 33.

Material adult estudiat: 3 ♀♀ (MNB), etiquetas «Coll. Förster, *Hololexis rufipes* m, Galle-m *R.canina*, Zool. Mus. Berlin»; designats lectotipus i paralectotipus Pujade-93. Múltiples exemplars de la col·lecció Giraud (MNHN) i de la col·lecció Barbotin (França). Material peninsular col·lectat a Lleida i Girona: 1 ♂ i 1 ♀.

Distribució paleàrtica (Europa i Índia Occidental). Espècie coneguda tant d'Espanya com de Portugal (Tavares, 1927). A l'Estat Espanyol ha estat citada freqüentment; així Ceballos (1956), recollint citacions anteriors, l'esmenta de les províncies de Toledo, Ciudad Real, Madrid, Pontevedra, Orense i Burgos. Nieves (1983) la troba a més a la província de Salamanca, i torna a citar-la de Madrid en aquest darrer treball i en Nieves (1988). Pel que fa al Nord-est ibèric, Vilarrúbia (1936) comenta haver-la trobat a la Serra de Prades (T) i a Balenyà (B). Moltes d'aquestes citacions peninsulars hem de considerar-les amb reserves car no sempre s'ha aconseguit d'obtenir-ne els adults; per tant poden haver estat confoses amb *D.nervosa* o amb *D.centifoliae* que presenten el mateix tipus de cecidi, com a mínim a l'àrea referida. Citem aquesta espècie amb seguretat de la Vall Farrera (Lleida) i de Vidrà (Girona).

D.eglanteriae presenta únicament una generació anyal. La seva reproducció és típicament sexual; segons les dades de les que disposem i d'acord amb la bibliografia, la proporció dels sexes és sempre homogènia.



Figures 1-4.- Tòrax en visió dorsal de *D. englanteriae* (1), *D. spinosissimae* (2), *D. rosae* (3) i *D. mayri* (4). Escala igual a 0.5 mm.

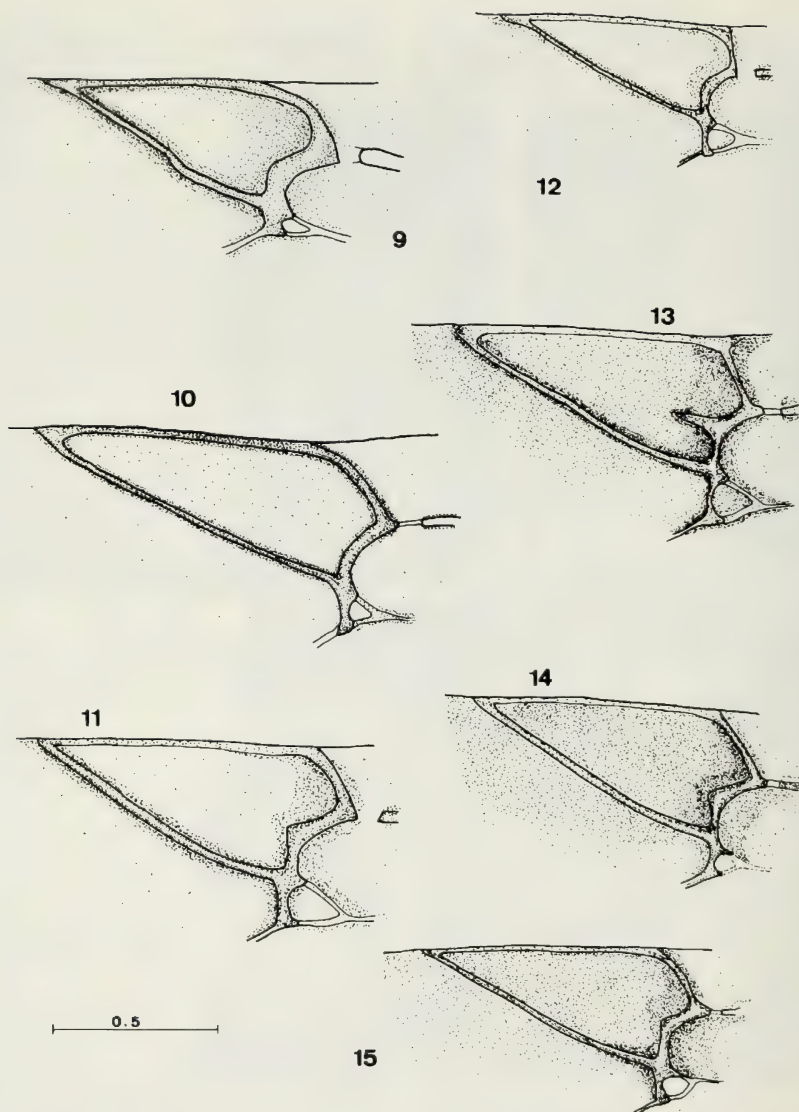
Figures 1-4.- Dorsal view of the thorax of *D. englanteriae* (1), *D. spinosissimae* (2), *D. rosae* (3) and *D. mayri* (4). The scale is 0.5 mm.



Pàg. 65

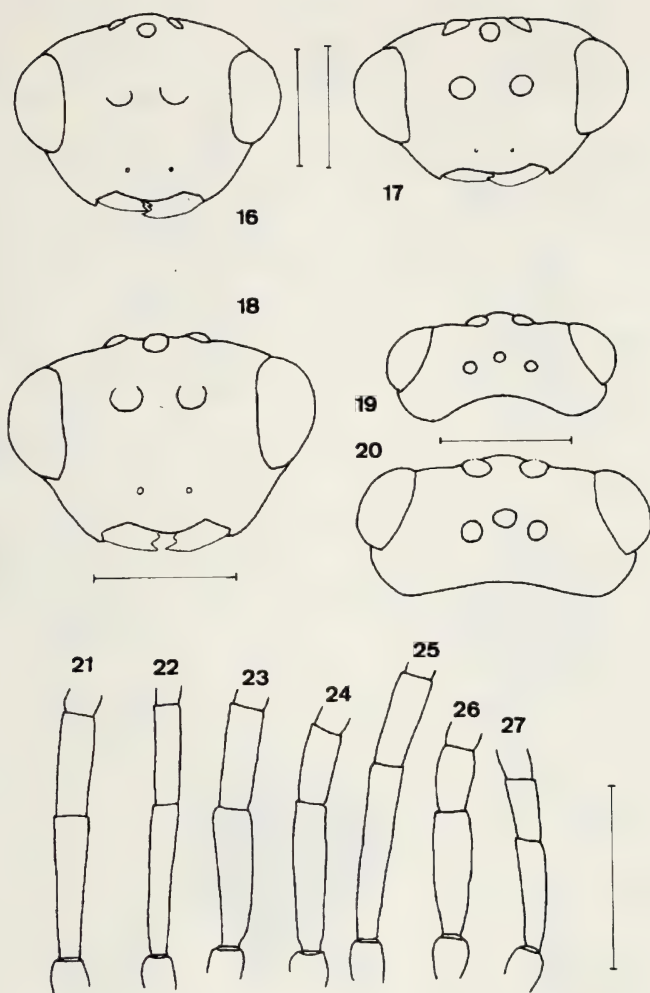
Figures 5-8.- Detall de l'escutell en visió lateral de *D. nervosa* ♀ (5). Escultura de la part inferior central del mesoscut (6) de *D. nervosa* ♀. Tòrax en visió lateral de *D. centifoliae* ♀ (7) i de *D. nervosa* ♀ (8). Escala igual a 0,5 mm (Figs. 5, 7, 8) i 0,1 mm (Fig. 9).

Figures 5-8.- Lateral view of the scutellum of *D. nervosa* ♀ (5). Sculpture of the inferior central part of mesoscutum (6) of *D. nervosa* ♀. Thorax in lateral view of *D. centifoliae* ♀ (7) and *D. nervosa* ♀ (8). The scale is 0,5 mm (Figs. 5, 7, 8) and 0,1 mm (Fig. 9).



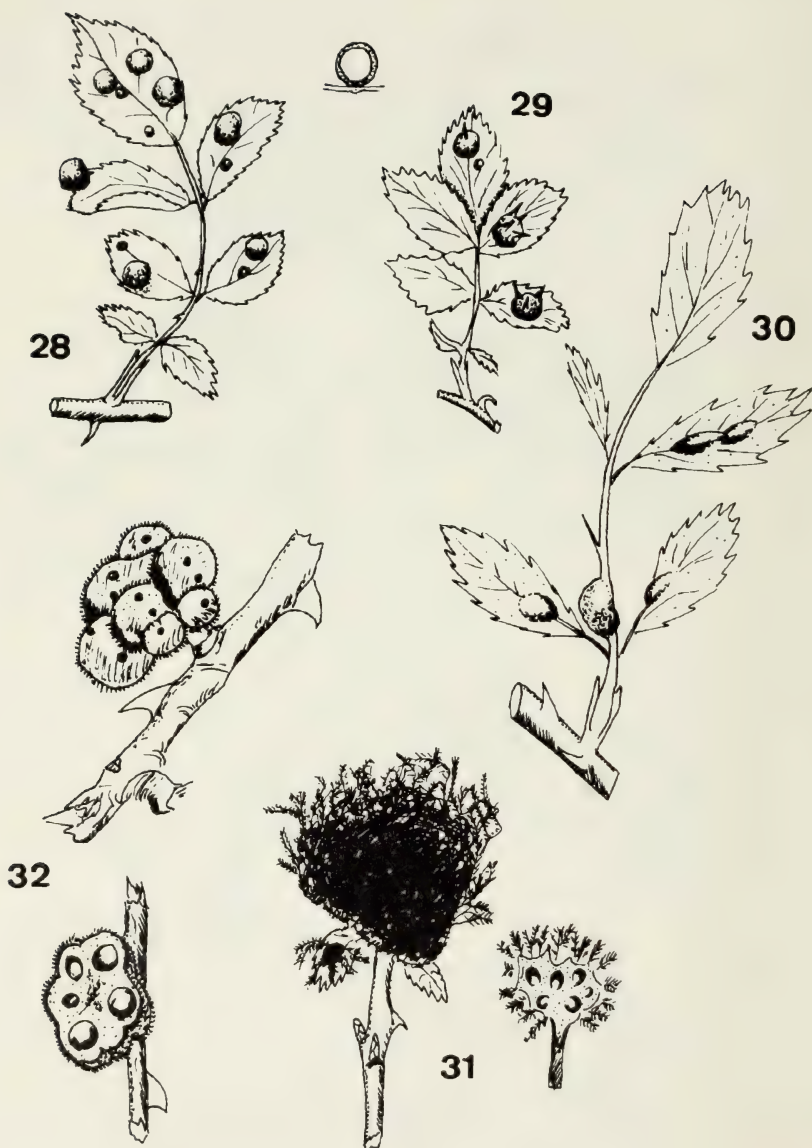
Figures 9-15.- Cel·la radial de *D.nervosa* ♀ (9), *D.eglanteriae* ♀ (10), *D.centifoliae* ♂ (11), *D.mayri* ♂ (12), *D.mayri* ♀ (13), *D.rosae* ♀ (14) i *D.spinosissimae* ♀ (15). Escala en mm.

Figures 9-15.- Radial cell of the forewings of *D.nervosa* ♀ (9), *D.eglanteriae* ♀ (19), *D.centifoliae* ♂ (11), *D.mayri* ♂ (12), *D.mayri* ♀ (13), *D.rosae* ♀ (14) and *D.spinosissimae* ♀ (15). Scale in mm.



Figures 16-27.— Cap en visió frontal de *D.rosae* ♀ (16), *D.eglanteriae* ♀ (17) i *D.centifoliae* ♀ (18). Cap en visió dorsal de *D.spinosissimae* ♀ (19) i *D.rosae* ♀ (20). Primers artells del flagel antenal de *D.nervosa* ♀ (21), *D.eglanteriae* ♀ (22), *D.centifoliae* ♀ (23), *D.rosae* ♀ (24), *D.mayri* ♀ (25), *D.mayri* ♂ (26) i *D.spinosissimae* ♀ (27). Escala igual a 0.5 mm.

Figures 16-27.— Frontal view of the head of *D.rosae* ♀ (16), *D.eglanteriae* ♀ (17) and *D.centifoliae* ♀ (18). Dorsal view of the head of *D.spinosissimae* ♀ (19) and *D.rosae* ♀ (20). First segments of antennal flagellum of *D.nervosa* ♀ (21), *D.eglanteriae* ♀ (22), *D.centifoliae* ♀ (23), *D.rosae* ♀ (24), *D.mayri* ♀ (25), *D.mayri* ♂ (26) i *D.spinosissimae* ♀ (27). The scale is 0.5 mm.



Figures 28-32.- Gal·les de *D.eglanteriae* o *D.nervosa* o *D.centifoliae* (28), de *D.nervosa* (29), de *D.spinosissimae* (30), de *D.rosae* (31) i de *D.mayri* (32).

Figures 28-32.- *Diplolepis* galls: *D.eglanteriae* or *D.nervosa* or *D.centifoliae* (28), *D.nervosa* (29), *D.spinosissimae* (30), *D.rosae* (31) and *D.mayri* (32).

Diplolepis centifoliae (Hartig, 1840)

Rhodites centifoliae Hartig, 1840. *Zeitschr. f. Entom.*, II (2): 194 (♂ & ♀). (Tipus examinats).

Diplolepis centifoliae (Hartig). Belezin, 1957. *Entom. obozr.*, 36(4): 928.

Diplolepis centifoliae (Hartig). Eady & Quinlan, 1963: 35.

Material adult estudiat: 1 ♂ i 4 ♀♀ (ZSM), etiquetas «*Rhodites centifoliae* Hartig, Zoologische Staatssammlung München», designat lectotipus (♀) i paralectotipus (♂ i ♀ Pujade-94). Múltiples exemplars de la col·lecció Giraud (MNHN) i de la col·lecció Barbotin (França). Material peninsular (2 ♂♂ i 4 ♀♀) de la província de Barcelona i d'Andorra.

Distribució europea. Espècie a la península Ibèrica coneguda tan sols d'Espanya, concretament de les províncies de Guipúscoa i Albacete (Nieves, 1985a). És la primera vegada que es troba a Catalunya (Pujade, 1991) a Matadepera (Barcelona) sobre *Rosa pouzinii* i *R. agrestis*. També la citem d'Andorra (Santa Coloma) sobre *Rosa* sp.

La morfologia de *D. centifoliae* és relativament semblant a *D. nervosa* tant pel que fa a les gal·les com als adults, tal com es posa de manifest en la clau d'identificació. De fet, els caràcters referits a la venació alar i als aspectes cromàtics podrien ser susceptibles de variació, si bé es compleixen en tots els exemplars estudiats. Pel que fa a la longitud de la línia mitjana de l'escutel hem observat, en primer lloc, que a més de ser de difícil observació (depèn de l'angle d'incidència de la llum) presenta certa variabilitat, essent en els exemplars peninsulars relativament més llarga que en la resta de material europeu estudiat; aquest fet aproxima clarament aquestes dues espècies. A més, la microscòpia electrònica posa en evidència que aquesta línia mitjana pot no ser un vertader solc, com tradicionalment s'ha enomenat, sinó que pot correspondre a una desorganització de l'escultura coriàcia de l'escut (Figura 6); aquesta apreciació es compleix tant a *D. centifoliae*, com a *D. nervosa*, mentre que a *D. glanteriae* sempre correspon a un veritable solc (de vegades discontinu) degut a la pràctica absència d'escultura. Malgrat tot, mantenim aquests dos taxons com a vàlids ja que tots els exemplars estudiats, a més del que hem esmentat, presenten el solc transversal de la mesopleura amplament rugós i indefinit (Figura 7), en contraposició a *D. nervosa*.

Aquesta espècie presenta una única generació anyal. La reproducció es realitza per via sexual típica; ja que segons les nostres dades i les bibliogràfiques la proporció de sexes és similar.

Diplolepis nervosa (Curtis, 1838)

Cynips nervosa Curtis, 1838. *Brit. Entom.*, XV: 688 (♀).

Rhodites rosarum Giraud, 1859. *Ver. Zool. bot. Ges. Wien*, IX (1): 366 (lectotipus ♀ designat i examinat aquí) **n.syn.**

Rhodites rosarum Giraud. Schenck, 1862. *Jahrb. ver. Naturk. Nassau*, XVII: 216 (♂).

- Rhodites nervosus* (Curtis) Marshal, 1868. *Entom. M. Magaz.*, IV: 173.
Hololexis nervosus (Curtis) Marshal, 1874. *Entom. Annual f.*, p. 117.
Rhodites kiefferi Loisele, 1912. *Feuille jeun. natur.*, 495: 25. (no examinat)
n.syn.
Rhodites dispar Niblett, 1943. *Entomologist*, 76: 38.
Diplolepis nervosa (Curtis). Belezin, 1957. *Entom. obozr.*, 36(4): 928.
Diplolepis nervosa (Curtis). Eady & Quinlan, 1963: 35.

Material adult estudiat: 2 ♀♀ (NMW) etiquetat «referència 43/114/4, *Rhodites rosarum* det-Gir»; designat lectotipus i paralectotipus Pujade-89. Diversos exemplars pertanyents a la col·lecció Giraud (MNHN) i a la col·lecció Barbotin. El material peninsular estudiat correspon al 1 ♂ i 2 ♀♀ obtinguts de gal·les col·lectades a la província de Barcelona, i 17 ♂♂ i 15 ♀♀ de la província de Girona (Caldes de Malavella).

Distribució europea. A la Península Ibèrica únicament era coneguda de Portugal (Tavares, 1927). Es cita per primera vegada a l'Estat Espanyol (Pujade, 1991): Matadepera (B) i Tordera (B).

Les gal·les de *D. nervosa* poden ser totalment esfèriques o bé poden presentar certs perllongaments cònics a la seva superfície, si bé en el material peninsular mai han estat observades gal·les esfèriques que presentin perllongaments. Pel que fa a la morfologia dels adults, ja hem comentat al tractar l'espècie anterior, la similitud entre *D. nervosa* i *D. centifoliae*, si bé a la mesopleura (almenys en els exemplars estudiats) hi podem observar un caràcter que si fos constant permetria separar aquestes espècies de forma definitiva. Així, el solc transversal de la mesopleura de *D. nervosa* és visiblement uniforme i definit (Figura 8) en contraposició a *D. centifoliae*.

Aquesta espècie presenta únicament una generació anyal. La reproducció es realitza per via sexual típica ja que la proporció de sexes és semblant.

Diplolepis kiefferi va ser descrita minuciosament en base sobretot als caràcters dels mascles; aquests presentaven uns aspectes cromàtics que els feien separables de totes les altres espècies conegudes fins aleshores (Loisele, 1912). Cal tenir present que els mascles de *D. nervosa* no eren encara coneguts. Després de consultar la sèrie típica de *D. rosarum*, formada per femelles exclusivament, vam concloure que tant *D. kiefferi* com *D. rosarum* havien de ser considerades, sens dubte, com a noves sinònimes de *D. nervosa*.

***Diplolepis spinosissimae* (Giraud, 1859)**

- Rhodites spinosissimae* Giraud, 1859. *Ver. zool. bot. Ges. Wien*, XIX: 367 (♂ & ♀). (Lectotipus ♀ designat i examinat aquí).
Aylax caninae Hartig, 1840. *Zeitschr.f.Entom.*, II: 196 (part) (examinat, designat lectotipus de *Periclistus caninae* (Htg)).
Cynips rosae spinosissimae Inchbald, 1861. *Entom. Weekly Intellig.*, X: 179.
Diplolepis spinosissimae Giraud. Belezin, 1957. *Entom. Obozr.*, 36(4): 926.
Diplolepis spinosissimae Giraud. Eady & Quinlan, 1963: 35.

Material adult estudiat: 2 ♀♀ (NMW) etiquetats «referència 49/114/5 *Rhodites spinosissima* Gir»; designats lectotipus i paralectotipus Pujade-89. 2 ♂♂ i 7 ♀♀ (NMW) pertanyents a la col·lecció Mayr. Múltiples exemplars pertanyents a la col·lecció Giraud (MNHN). 1 ♀ (CERDAT) col·lectada a la Couvertoirade (França). El material peninsular consta de 6 ♀♀ pertanyents a gal·les col·lectades a Lleida.

Distribució europea. A la Península Ibèrica únicament es coneix del nord-est ibèric, concretament de Camprodon (Girona) Nieves (1985). Ampliem el nombre de localitats d'aquesta àrea d'estudi en haver-la detectada en dues localitats de la província de Lleida: Ribera de Cardós i Vall Farrera (Pujade, 1991) i a Andorra (Aixirivall).

Presenta una única generació anual. La seva reproducció és sexual i la proporció dels sexes és semblant, segons indiquen les referències bibliogràfiques.

Diplolepis rosae (Linnaeus, 1758)

Cynips rosae Linnaeus, 1758. *Syst. Nat., Ed. 10a.*: 553 (♀).

Diplolepis bedeguaris Fourcroy, 1785. *Entom. Paris*, II: 392.

Cynips rosae (L.) Christ, 1791. *Naturg. d. Insect.*, 56(1): 476 (♂).

Cynips (Eucharis) rosae Panzer, 1806. *Krit. Revis.*, II: 96.

Diplolepis bedeguaris fungosae Lamarck, 1817. *Hist. nat. anim. s. vert.*, IV (6): 162.

Rhodites rosae (L.) Hartig, 1840. *Zeitschr. f. Entom.*, II(1): 194.

Cynips (Rhodites) rosae (L.) Kaltenbach, 1874. *Pflanzenfeinde*, 81: 223.

Diplolepis rosae (L.) Belezin, 1957. *Entom. obozr.*, 36(4): 927.

Diplolepis rosae (L.) Eady & Quinlan, 1963: 35.

Diplolepis rosae (L.) Kierych, 1966. *Bull. Acad. Pol. Sci.*, XIV(7): 498.

Material adult estudiat: 2 ♀♀ (CERDAT) procedents de la Beaume i Labastide (França). Múltiples exemplars pertanyents a la col·lecció Giraud (NMHN) i a la col·lecció Barbotin. El material peninsular consta de 396 ♀♀ obtingudes de gal·les del nord-est ibèric i d'Andorra.

Distribució holàrtica; citada a Europa, sud de l'Índia i a l'Amèrica del Nord, si bé en aquest darrer continent ha estat introduïda. A la península Ibèrica són molt abundoses les citacions tant de Portugal (Tavares, 1927) com d'Espanya. Així, Ceballos (1956) indica que a l'Estat Espanyol ha estat trobada a les províncies de Barcelona, Lleida, Salamanca (també Nieves, 1981), Madrid, Toledo, Àvila, Astúries, Santander, Orense, Burgos i Cuenca. Nieves (1988) a més la troba a les províncies de Segovia i Guadalajara. Al Nord-est ibèric *D. rosae* ha estat localitzada a diverses localitats de les províncies de Barcelona i Lleida (Ventalló (1905), Tavares (1927), Codina (1920), Vilarrúbia (1930, 1936) i Pujade (1983)). Aquesta espècie ha estat col·lectada per nosaltres a múltiples localitats del territori català: Alforja (Tarragona), Àreu (Lleida), les Avellanedes (T), Bagà (Barcelona), Balaguer (LI), Castellví de la Marca (B), la Franqueta (T), Hostalric (Girona), Malla (B), la Masella (LI), Matadepera (B), el Montcau (B), Mont Caro (T), el Montseny (B), Organyà (LI), Poblet (T), Prades (T), Port del

Cantó (Ll), Ribera de Cardós (Ll), la Roca del Vallès (B), Salàs (Ll), Sant Just Desvern (B), Sant Llorenç del Munt (B), Santa Fe de Montseny (B), Tona (B) i Valentins (T), segons s'indica a Pujade (1991), i més recentment a Caldes de Malavella (G); tanmateix ha estat col·lectada a Arenys de Lladó (Terol) i a la província de Múrcia (leg. Llimona). També l'hem trobada a diverses localitats d'Andorra (Aixirivall, Aixoball, Aubinyà, Bixessarri, la Comella, Escaldes-Engordany, la Cortinada, Juberrí, Llorts, Santa Coloma, Sant Julià de Lòria, la Massana i Sispony).

Els mascles d'aquesta espècie són rars en tot el territori estudiat, per la qual cosa la seva reproducció deu ser habitualment per agàmia indefinida. Presenten una única generació anyal. Askew (1959) estableix una possible relació directa entre la presència dels mascles i la latitud, al menys a Anglaterra, i aquesta proporció sempre és clarament favorable a les femelles; així en aquest treball, Askew indica que al sud d'Anglaterra la freqüència dels mascles és del 0.8% i al nord de 4.2%. A la península Ibèrica els mascles mai han estat recol·lectats.

Diplolepis mayri (Schlechtendal, 1876)

Rhodites mayri Schlechtendal, 1876. *Jahresber. Ver. Naturk. Zwickau f.*, 1877: 59 (♀).

Rhodites orthospinae Beijerinck, 1882. *Natuurk. Ver. Akad. Wetensch. Amsterdam*, XXII(6): 157-176.

Rhodites mayri (Schlechtendal). Fruhauf, 1924: *Ztschr. f. wissensch. Zool.*, 21(4): 720 (♂).

Diplolepis mayri (Schlechtendal). Belezin, 1957. *Entom. obozr.*, 36(4): 927.

Diplolepis mayri (Schlechtendal). Eady & Quinlan, 1963: 35.

Diplolepis mayri (Schlechtendal). Kierych, 1966. *Bull. Acad. Pol. Sci.*, XIV (7): 499.

Material adult estudiat: 2 ♀♀ (CERDAT) col·lectats a Beauquintes (França). Múltiples exemplars pertanyents a la col·lecció Giraud (MNHN) i a la col·lecció Barbotin. El material peninsular consta de 8 ♂♂ i 50 ♀♀ col·lectats de gal·les del Nord-est Ibèric.

Distribució palàrtica occidental (Europa i a l'Àsia Menor). A la península Ibèrica és una espècie força coneguda tant a Portugal (Tavares, 1927) com a Espanya. Concretament de l'Estat Espanyol es coneix de les províncies de Segovia, Salamanca, Guadalajara, Àvila, Toledo, Madrid i Barcelona, segons indiquen Ceballos (1956), Nieves (1983, 1985a, 1988), Vilarrúbia & Vilarrúbia (1933), Vilarrúbia (1936) i Pujade (1983). Ampliem el coneixement de la seva distribució pel nord-est ibèric peninsular al haver-la trobar a múltiples localitats de la resta de províncies catalanes: Ainet de Cardós (Lleida), Alforja (Tarragona), Àreu (Ll), Balaguer (Ll), la Franqueta (T), Matadepera (Barcelona), Mura (B), Poblet (T), Port del Cantó (Ll), Prades (T), Ribera de Cardós (Ll), la Roca del Vallès (B), Salàs (Ll), Sant Llorenç del Munt (B) i Seva (B), segons s'indica a Pujade (1991), i més recentment a Caldes de Malavella (Girona); tanmateix ha estat col·lectada a Arenys de Lladó (Terol) i a la província de Múrcia (leg. Llimo-

na). També citeu aquesta espècie de vàries localitats d'Andorra (Aixirivall, Aixovall, la Comella, la Cortinada, Santa Coloma i la Massana).

Aquesta espècie presenta una única generació anyal. Cal assenyalar que en la península Ibèrica, segons Nieves (1983d & 1988) i Pujade (1983) els mascles no són rars, en contra del que va esmentar Tavares (1927). D'aquest fet es desprèn que probablement aquesta espècie a la península Ibèrica pugui presentar, si més no d'una forma ocasional, una reproducció sexual típica. Malgrat això, en la majoria del territori europeu els mascles són molt rars o desconeguts, per la qual cosa en aquestes zones ha de presentar una reproducció partenogènica i hauriem de parlar de races geogràfiques diferents separables per la manera de reproduir-se.

APÈNDIX

A la taula 1 es resumeixen les dades conegudes referents a les relacions de les espècies estudiades amb el gènere *Rosa* a Europa. Cal assenyalar que les dades corresponents a les diferents sinonímies d'aquest gènere vegetal, que han estat utilitzades per confeccionar el quadre, han estat extretes en la seva majoria de Hegi (1906) i de Tutin (1968). Així: *Rosa arvensis* (= *R. repens*), *R. pimpinellifolia* (= *R. spinosissima*), *R. majalis* (= *R. ciannamoema*), *R. glauca* (= *R. rubrifolia*), *R. pendulina* (= *R. alpina*), *R. gallica* (= *R. centifolia*), *R. jundzilli* (= *R. trachyphylla*), *R. canina* (= *R. dumetorum* = *R. scrabrata* = *R. corymbilifera*), *R. vosagiaca* (= *R. afzeliana*), *R. coriifolia* (= *R. subcollina*), *R. obtusifolia* (*R. tomentella*), *R. eschrauscula* (= *R. umbeliflora*), *R. villosa* (= *R. pomifera*), *R. rubiginosa* (= *R. eglanteria*), *R. elliptica* (= *R. graveolens* = *R. inodora*) i *R. agrestis* (= *R. sepium*). Pel que fa a les dades botàniques peninsulars, han estat obtingudes de Vicioso (1964) i Bolós et al. (1990).

Hem de tenir present que la determinació del gènere *Rosa* és difícil i presenta un nombre de sinonímies elevat així com la facultat de formar híbrids espontanis, la qual cosa ha generat sens dubte errors taxonòmics. Per això, el conjunt de dades obtingudes a partir del recull de referències bibliogràfiques mostrades per Dalla Torre (1893), Houard (1909), Riedel (1910) i Dalla Torre & Kieffer (1910), reflectides en conjunt en la taula 1, han de considerar-se amb reserves.

En principi, no trobem una exclusivitat diferencial en l'atac dels rosers per part de les diferents espècies de *Diplolepis*. Cal tenir present però, pel que fa a les espècies que no ataquen habitualment les fulles dels rosers, que *D. rosae* (Figura 31) es presenta molt més sovint que *D. mayri* (Figura 32), la qual en algunes zones pot ser fins i tot rara. Pel que fa als cecidis que formen gal·les foliars, ja siguin esfèrics com a *D. eglanteriae* (Figura 28), *D. nervosa* (Figura 28 & 29), *D. centifoliae* (Figura 28) o bé es situïn a l'interior de les fulles com a *D. spinosissimae* (Figura 30), no trobem cap tipus de preferència. Malgrat això caldria fer un estudi exhaustiu de la veracitat de les dades bibliogràfiques ja que s'observa en les diferents espècies de *Rosa* una morfo-anatomia peculiar de les fulles, per la qual cosa podrien presentar-se preferències i/o exclusivitat en l'atac d'aquestes espècies de *Diplolepis*.

	<i>D.eglanteriae</i>	<i>D.nervosa</i>	<i>D.centifoliae</i>	<i>D.spinosissimae</i>	<i>D.rosae</i>	<i>D.mayri</i>
<i>R.sempervirens</i> (.)	*,3	*			*,3	3
<i>R.arvensis</i> (.)	*	*,5		*	*,2	
<i>R.pimpinellifolia</i> (.)	*	*	1	*,1,2,6	*	*
<i>R.acicularis</i>						*
<i>R.majalis</i>	*		2	*,2	2	2
<i>R.glauca</i> (.)	*			*	*	
<i>R.pendulina</i> (.)	*		*			
<i>R.gallica</i>			*,3	*,3	*	
<i>R.jundzillii</i>					*	
<i>R.montana</i> (.)	*	*			*	
<i>R.canina</i> (.)	*,2,4	*,2,3	*,2	*,2,3	*,2,3,7	*,3,7
<i>R.squarosa</i>	*				*	
<i>R.andegavensis</i>				*		
<i>R.pouzinii</i> (.)	3		8		3	
<i>R.vosagiaca</i>				2	2	
<i>R.coriifolia</i> (.)	*	*		*	*	
<i>R.obtusifolia</i>	*	*		*	*	
<i>R.tormentosa</i> (.)	*			*	*,3	*
<i>R.scabriuscula</i>	*			*	*	
<i>R.villosa</i> (.)	*	*			*	
<i>R.mollis</i>			2			
<i>R.rubiginosa</i> (.)	*,1	*		*	*,2	*,1
<i>R.elliptica</i> (.)	*			*	*	
<i>R.agrestis</i> (.)	*	*	8	*	*	*
<i>R.micrantha</i> (.)	1				*,2,4	3
<i>R.serafinii</i>						*

(.) espècies que es troben al NE ibèric.

(.) species found in the iberic NW.

Taula 1.- Espècies de *Diplolepis* citades en diferents espècies de *Rosa* a Europa segons les dades extretes de: (1) Eady & Quinlan (1963), (2) Belezin (1957), (3) Tavares (1927), (4) Nieves (1981), (5) Loiselle (1912), (6) Barbotin (1941), (7) Pujade (1983), (8) Pujade (1991) i (*) recull de cites d'autors anteriors.

Table 1.- *Diplolepis* species recorded from different *Rosa* species in Europe according to: (1) Quinlan & Eady (1963), (2) Belezin (1957), (3) Tavares (1927), (4) Nieves (1981), (5) Loiselle (1912), (6) Barbotin (1941), (7) Pujade (1983), (8) Pujade (1991) and (*) assambled from previous authors.

AGRAÏMENTS

Hem d'agrair en primer lloc al Dr. M. Fischer (NMW), al Dr. E. Diller (ZSM), al Dr. Kock (MNB) i al Dr. G. Delvare (CERDAT) el préstec del material tipus i de comparació d'algunes espècies citades en aquest estudi. També agraïm a la desapareguda Dra. S. Kelner (MNHN), al Sr. O. Escolà (MZB), al Dr. X. Espadaler (UAB) i al Dr. X. Llimona (UB) la possibilitat d'haver pogut estudiar les col·leccions dipositades en aquestes institucions. Al Dr. R. Fontarnau (UB) per l'ajut i consells que ens va donar per la utilització de la microscòpia

electrònica dels exemplars exposats en aquest estudi. Al Dr. R. Masalles per la informació que ens va facilitar referent al gènere *Rosa*. Al Sr. F. Barbotin (França) per l'amabilitat que va tenir en posar a la meua disposició la seva col·lecció de cinípid. A la Dra. M. Blas, al Dr. X. Vázquez, a Ll. Simó i M. Boada per haver-nos legat part del material mencionat. I finalment a l'Institut d'Estudis Andorrans i a la CIRIT per les subvencions que ens van concedir i que han servit per portar a terme part d'aquest estudi.

BIBLIOGRAFIA

- ASHMEAD, W.H. 1903. Classification of the gall-Wasps and the Parasitic Cynipoids, or the Superfamily Cynipoidea III. *Psyche*, 1903: 140-155.
- ASKEW, R.R. 1959. Some observations on *Diplolepis rosae* (L) (Hym., Cynipidae) and its parasites. *Entom. Month. Mag.*, 95: 191-192.
- BARBOTIN, F. 1941. Sur les Cynipides gallicoles (Hyménotères) du département d'Îlle-et-Vilaine. *Bull. Soc. Scient. Bret.*, 18 (1 & 2): 42-50.
- BELEZIN, V.I. 1957. Cynipidae (Hymenoptera) of the USSR, developing on roses. *Entom. obozr.*, 36(4): 925-934.
- BOLÓS, O. et al. 1990. *Flora manual dels Països Catalans*. Ed. Pòrtic. Col·lecció conèixer la Natura, vol. 9. 1245p.
- CEBALLOS, G. 1956. *Catálogo de los himenópteros de España*. C.S.I.C. 554p.
- CODINA, A. 1920. Recull de zoocècidies catalanes. *Butll. Inst. Cat. H. Nat.*, (3a. època) 20: 178-187.
- DÍAZ N.B. & SANTIS, L. DE, 1975. Las agallas esferoidales del algarrobo de Chile. *Neotropica*, 21(65): 89-93.
- DALLA TORRE, C.W. 1893. *Catalogus hymenopterorum hucusque descriptorum systematicus et synonymicus*, 2 Cynipidae. Lipsiae. 140p.
- DALLA TORRE, C.W. & KIEFFER, J. 1910. *Cynipidae*. Das Tierreich, 24. 891p.
- EADY, R.D. & QUINLAN, J. 1963. *Hymenoptera Cuntipoidea. Key to families and Cynipinae (including galls)*. Handbk. Ident. Br. Insects 8: 1a. Royal Ent. Soc. of London. London 81 p.
- FOLLIOU, R. 1964. Contribution à l'étude de la biologie des cynipides gallicoles (Hym., Cynipoidea). *Ann. Scien. Nat., Zool. Paris*, 12 ser. 6: 402-564.
- HEGL, G. 1906. *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. Vol. IV(2): Droseraceae bis Rosaceae. 1121 a p.
- HOUARD, C. 1908. *Les zoocécidies des plantes d'Europe et du Bassin de la Méditerranée*. Mus. Nat. Labor. Entom., Paris. Vol. 1. 569p.
- KIEFFER, J.J. 1897-1901. *Monographie des Cynipides d'Europe et d'Algerie*. Tomus I Herman Ed. Paris. 687 p. & 27 pl.
- KIERZYCH, E. 1966. The Problem of Specific Distinctness of *Diplolepis fructuum* (Rübs.) (Hymenoptera, Cynipidae). *Bull. Acad. Pol. Sci.*, 14(7): 495-500.
- KINSEY, A.C. 1920. Phylogeny of Cynipid genera and biological characteristics. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 42: 357-402.
- LOISELLE, A. 1912. Deux nouveaux insectes cécidogènes. *La feuille des jeun. Natur.*, 495: 25-26.
- NIEVES ALDREY, J.L. 1981. Datos sobre *Diplolepis rose* (L) (Hym., Cynipidae) y sus himenópteros parásitos en Salamanca. *Bol. Asoc. esp. Entom.*, 4: 107-117.
- NIEVES ALDREY, J.L. 1983. Contribución al conocimiento de la fauna de himenópteros inquilinos y parásitos en agallas de *Diplolepis mayri* (Schelechtendal) y *Diplolepis eglanteriae* (Hartig). *Graellsia*, 39: 93-102.
- NIEVES ALDREY, J.L. 1985. La colección de Cinípidos gallicolas (Hym., Cynipidae) del Instituto español de Entomología. *Graellsia*, 41: 113-124.
- NIEVES ALDREY, J.L. 1988. Los cinípidos gallicolas de la sierra de Guadarrama y zonas adyacentes. (Hym., Cynipidae, Cynipinae). *Eos*, 64: 125-163.
- PUJADE, J. 1983. Algunas consideraciones sobre *Diplolepis rosae* (L) y *Diplolepis mayri* (Schlechtendal) en Catalunya (Hymenoptera, Cynipoidea Cynipidae, Cynipinae). *Actas I Congr. Iber. entom. León*, 2: 613-622.

- PUJADE, J. 1991. *Contribució al coneixement dels cinípids cecidògens dels arbres i arbusts de Catalunya, dels cinípids associats a aquests i dels seus paràsits*. Univ. de Barcelona. Tesi Doctoral (inèdita). 1128 p.
- RIEDEL, M. 1910. *Gallen und Gallwespen*. Naturgeschichte. 96 p.
- TAVARES, J. da S. 1927. Os Cynipides da Peninsula Iberica. *Brot. Ser. Zool.*, 24: 47-140.
- TUTIN, T.G. & col. 1968. *Flora Europaea*. Vol. 2: Roseae to Umbelliferae. 455p.
- VENTALLÓ, D. 1905. Zooecidias de Tarrasa. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 1905: 65.
- VILARRÚBIA, A. 1930. Cinipoecídies vigatanes. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 1930: 28-32.
- VILARRÚBIA, A. 1936. Les zooecídies de les plantes de Catalunya. *Treb. Mus. Cienc. Nat. Barcelona*, 9(10): 1-106.
- VILARRÚBIA, A. & VILARRÚBIA, Ll. 1933. Recull de zooecídies vigatanes. *Butll. Inst. cat. Hist. Nat.*, 1933: 232-240.
- WELD, L.H. 1952. *Cynipoidea (1905-1950)*. Privately printed. Ann Arbor, Michigan. 351p.

Data recepció: 8 d'abril de 1994.

Data d'acceptació: 22 de juny de 1994.

Morfometría en una comunidad de lacértidos mediterráneos, y su relación con la ecología.

M. A. Carretero & G. A. Llorente

Departament de Biologia Animal (Vertebrats), Facultat de Biologia.
Universitat de Barcelona, Avda Diagonal, 645. 08028 Barcelona

Summary

Morphometry in a community of Mediterranean lacertid lizards, and its ecological relationships.

The basic morphometry and its ecological correlates are analyzed in a lizard community consisting of three Mediterranean lacertid species (*Psammodromus algirus*, *Acanthodactylus erythrurus* and *Podarcis hispanica*) living in a coastal sandy area from NE Spain. Specimens studied were 156, 68 and 44 respectively. In the three species, femoralia and ventralia are useful characters to distinguish sexes even in juveniles. Moreover, adult males and females show shape differences whose origin is discussed. The inter- and intraspecific variations found in shape and size agree reasonably well with the degree of ecological divergence between groups.

Resumen

Morfometría en una comunidad de lacértidos mediterráneos, y su relación con la ecología.

Se analiza la morfometría básica en relación a la ecología en una comunidad de saurios formada por tres lacértidos mediterráneos (*Psammodromus algirus*, *Acanthodactylus erythrurus* y *Podarcis hispanica*) que conviven en un arenal costero del NE Ibérico. Se estudiaron 156, 68 y 44 ejemplares respectivamente. En las tres especies, femoralia y ventralia permiten distinguir ambos sexos incluso en juveniles. Además, machos y hembras adultas muestran diferencias de forma cuyo origen se discute. Las diferencias inter e intraespecíficas de tamaño y forma que se hallan pueden correlacionarse con el grado de divergencia ecológica entre grupos de forma bastante ajustada.

Key words: Lizards, Lacertidae, morphometry, community ecology.

ISSN: 1133-1232.

INTRODUCCIÓN

La lagartija colilarga, *Psammodromus algirus* (Linnaeus, 1766); colirroja *Acanthodactylus erythrurus* (Schinz, 1833); e ibérica, *Podarcis hispanica* (Steindachner, 1870) son tres miembros de la familia Lacertidae que se distribuyen ampliamente por la Iberia seca (Barbadillo, 1987), además del Magreb y el Midi francés. En tanto que *P. algirus* y *P. hispanica* se hallan en todos los pisos mediterráneos de vegetación, *A. erythrurus* es más exigente, y está ausente de Francia y de gran parte del tercio norte de la Península. En Cataluña, esta especie se li-

mita a unos cuantos enclaves semiáridos y/o costeros en el extremo meridional (Llorente et al., en prensa), siendo la localidad de estudio (Torredembarra) el extremo septentrional costero de su área de distribución actual (datos personales).

Aunque muy asociada a fisuras, *P. hispanica* puede hallarse en áreas abiertas con vegetación ocupando una posición marginal. En cuanto al tándem *P. algirus* - *A. erythrurus* éste se halla en muchas áreas abiertas (Arnold, 1987), y concretamente en arenales costeros (Albertus & Colomer, 1981; Seva, 1984; Carretero & Llorente, 1993). Tal es el caso del presente estudio donde, dentro de un proyecto más amplio, se llevó a cabo un análisis morfométrico de las poblaciones sintópicas de las tres especies y su variabilidad inter e intraespecífica a fin de dilucidar si existía una relación entre su morfología y sus características ecológicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La localidad de estudio fueron las dunas de Torredembarra-Creixell (UTM 31TCF6857) situadas al norte de la ciudad de Tarragona. Se trata de una estrecha franja de unos 50-60 m de ancho donde se presenta la gradación típica de los arenales con una transición hacia el interior desde la vegetación psammófila a la halófila (Perdigó & Papió, 1985). *P. algirus*, *A. erythrurus* y *P. hispanica* son los únicos saurios hallados, con una abundancia relativa aproximada de 9:3:1 respectivamente. En tanto que *A. erythrurus* es la especie más termófila con existencia de una diapausa invernal, *P. hispanica* es más abundante al inicio del invierno y escasa el resto del año. Respecto a *P. algirus* sólo los inmaduros pueden ser observados en invierno (Carretero & Llorente, 1991).

Durante los años 1986 y 1987, un total de 156 *P. algirus*, 68 *A. erythrurus* y 44 *P. hispanica* fueron capturados en campañas mensuales a las horas de máxima actividad. Los animales se sacrificaron por aspiración de vapores de cloroformo para ser posteriormente medidos en el laboratorio. Se tomaron los siguientes caracteres merísticos y métricos:

VENT=Ventralia. Número de escamas ventrales en una fila central entre el collar (o la prolongación transversal del pliegue lateral en *P. algirus*, Lanza & Bruzzone, 1959) y la escama cloacal.

PORFD/PORFI=Femoralia. Número de poros femorales derechos/izquierdos en las patas posteriores.

PESO=Biomasa de ejemplar, antes de ser inyectado con etanol para su conservación.

LCC=Longitud cabeza cuerpo, entre el extremo del hocico y el borde posterior de la escama cloacal.

LCO=Longitud de la cola, entre el borde posterior de la escama cloacal y el final de la cola.

LPIL=Longitud del píleo, entre el extremo del hocico y la parte posterior de la escama occipital (o el límite entre las temporales en *A. erythrurus*).

ACB= Anchura máxima de la cabeza.

HCB= Altura máxima de la cabeza.

EXTA=Longitud de la extremidad anterior desde la articulación hasta el dedo más largo, excluida la uña.

EXTP=Longitud de la extremidad posterior desde la articulación hasta el dedo más largo, excluida la uña.

DIV=Longitud del dedo más largo, el IV de la pata posterior, excluida la uña.

Los pesos se midieron en una balanza digital (precisión 0.0001g) y las longitudes mediante calibrador de acero (precisión 0.05mm), siguiéndose, salvo en lo ya indicado, las recomendaciones de Pérez-Mellado & Gosá (1988). La ventralia se midió según el criterio de Gosá et al. (1986). No se tuvieron en cuenta pesos ni longitudes de cola en los animales con cola regenerada. Se registraron también los posibles patrones de coloración y diseño según clase y sexo.

La división en clases se realizó siguiendo los criterios para cada especie y sexo que a continuación se indican:

1- Se consideró **adultos** a aquellos animales que presentaron gónadas maduras en la época reproductora o que, fuera de ella, tuvieron una talla equivalente.

2- Se definió como **subadultos** a los animales no nacidos en la temporada que, cuando finalizó la época de reproducción, no habían alcanzado aún la talla mínima de adulto ni la madurez sexual, así como cualquier animal con talla equivalente durante el resto del año. Evidentemente esta clase faltó cuando la madurez sexual se alcanzó en el primer año de vida.

3- Fueron **juveniles** aquellos individuos no reproductores que presentaron tallas inferiores a las de subadulto.

4- El término **inmaduros** se empleó en el caso de que no se dilucidara si la especie seguía un patrón anual (juveniles-adultos) o plurianual (juveniles-subadultos-adultos).

Dichos criterios no coinciden exactamente con otros anteriormente propuestos para los lacértidos con período de diapausa invernal (Pérez-Mellado, 1981; Arnold, 1987).

En el aspecto matemático, en el nivel univariante, se empleó estadística paramétrica (test t de Student, análisis de covarianzas) en las variables métricas una vez comprobada su normalidad (test de Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad (test F de Fischer), y la estadística no paramétrica (test U de Mann-Whitney) en las merísticas (Sokal & Rohlf, 1981). El método de regresión usado fue el mínimo-cuadrático y se emplearon tests t de Student para verificar el grado de inclinación de las pendientes y su paralelismo. Con objeto de reducir la dimensionalidad, se empleó también el análisis de componentes principales (Sokal & Rohlf, 1981) sobre las variables métricas transformadas. La transformación empleada sobre las medidas absolutas (X) fue la logarítmica según la siguiente fórmula (Zar, 1984):

$$X'=\log(X+1)$$

Los individuos fueron representados sobre los ejes factoriales obtenidos que se conservaron intactos, sin someterlos a rotación. A fin de poder representar también los animales con colas regeneradas, los valores correspondientes a las variables LCO y PESO fueron recalculados a partir de su LCC mediante rectas de regresión (variables transformadas logarítmicamente) obtenidas de los valores de los individuos con colas intactas (ver tabla 8).

RESULTADOS

La delimitación de las clases de talla resultó como sigue: *P. algirus* es una especie bianual parcial (Tabla 1) de forma que existen animales que alcanzan la talla mínima de madurez sexual en su primer año de vida y otros que no. Los adultos (sin diferencias de sexo) alcanzan la madurez sexual a los 55 mm de LCC. Los subadultos se hallan entre los 55 y los 45 mm, y los juveniles por debajo de esta última medida. *A. erythrurus* (Tabla 2) se comporta de forma similar a *P. algirus* pero tendiendo más hacia el carácter anual, sin aparecer subadultos claros. Los adultos superan los 55/56 mm de LCC para machos/hembras, respectivamente. El resto de animales han sido considerados como inmaduros. *P. hispanica* es una especie exclusivamente anual en Torredembarra (Tabla 3) con dos clases de edad: adultos (LCC > 38 mm) y juveniles.

ACTIVIDAD REPRODUCTORA

Clases Talla (mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
25 - 30	2	5	1	—	—	—	—	4	12	12	5	6
30 - 35	5	8	9	2	3	1	—	—	1	18	15	15
35 - 40	1	—	5	5	10	1	1	—	—	1	5	1
40 - 45	—	1	1	5	6	4	—	—	—	—	—	—
45 - 50	—	—	1	—	3	10	4	1	—	—	—	—
50 - 55*	—	—	2	2	—	2	5	8	6	4	—	—
55 - 60	1	—	6	3	3	2	5	7	5	2	—	—
60 - 65	—	—	1	8	10	6	5	4	8	—	—	—
65 - 70	—	—	4	1	4	2	4	3	3	1	—	—
70 - 75	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
75 - 80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 1.— Número de ejemplares de *Psammodromus algirus* (Torredembarra) según la clase de talla y el mes del año, obtenidos a partir de capturas y censos de actividad (años 1986, 1987 y 1988). *Talla de madurez sexual.

Table 1.— Number of *Psammodromus algirus* lizards (Torredembarra) considering the size class and the month of the year. Data obtained from captures and activity censuses (1986, 1987 y 1988). *Size of sexual maturity.

ACTIVIDAD REPRODUCTORA

Clases Talla (mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
25 – 30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30 – 35	–	–	–	1	–	–	–	8	5	3	2	–
35 – 40	–	–	–	1	–	–	–	1	4	4	3	1
40 – 45	–	–	1	4	2	6	–	–	–	2	–	–
45 – 50	–	–	–	–	4	3	–	–	–	–	–	–
50 – 55	–	–	–	–	1	2	3	–	–	–	–	–
55 – 60*	–	–	–	–	–	1	7	2	2	1	–	–
60 – 65	–	–	–	–	2	1	2	4	3	1	–	–
65 – 70	–	–	2	3	5	2	1	–	4	–	–	–
70 – 75	–	–	–	2	3	1	1	–	1	–	–	–
75 – 80	–	–	–	–	1	–	–	–	1	3	–	–

Tabla 2.– Número de ejemplares de *Acanthodactylus erythrurus* (Torredembarra) según la clase de talla y el mes del año, obtenidos a partir de capturas y censos de actividad (años 1986, 1987 y 1988). * Talla de madurez sexual.

Table 2.– Number of *Acanthodactylus erythrurus* lizards (Torredembarra) considering the size class and the month of the year. Data obtained from captures and activity censuses (1986, 1987 and 1988). * Size of sexual maturity.

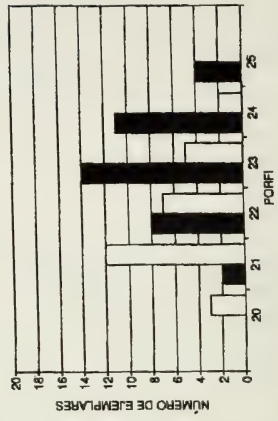
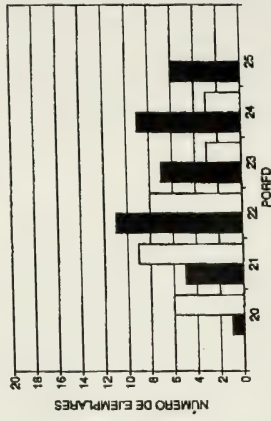
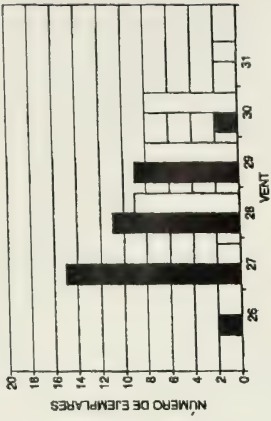
ACTIVIDAD REPRODUCTORA

Clases Talla (mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
20 – 25	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–
25 – 30	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	1	–
30 – 35	–	–	–	–	–	–	–	1	–	2	3	–
35 – 40*	–	1	–	–	–	–	–	–	–	5	4	–
40 – 45	1	2	1	2	–	–	–	1	–	4	6	2
45 – 50	1	1	3	2	1	–	–	–	–	2	1	6
50 – 55	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
55 – 60	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–

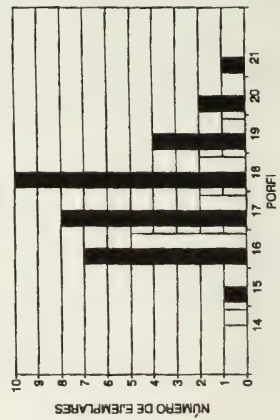
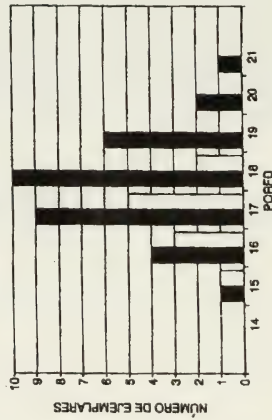
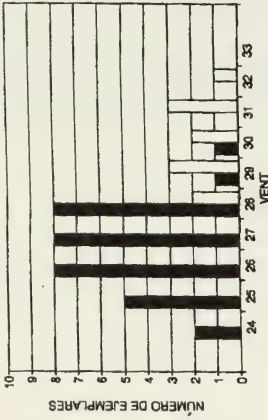
Tabla 3.– Número de ejemplares de *Podarcis hispanica* (Torredembarra) según la clase de talla y el mes del año, obtenidos a partir de capturas y censos de actividad (años 1986, 1987 y 1988). *Talla de madurez sexual.

Table 3.– Number of *Podarcis hispanica* lizards (Torredembarra) considering the size class and the month of the year. Data obtained from captures and activity censuses (1986, 1987 y 1988). *Size of sexual maturity.

P. HISPANICA



A. ERYTHRURUS



■ MACHOS □ HEMBRAS

P. ALGIRUS

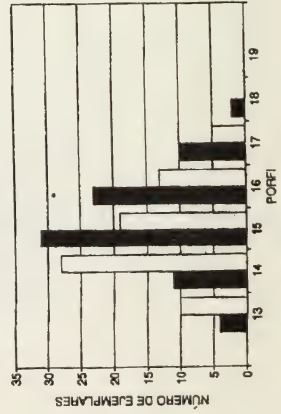
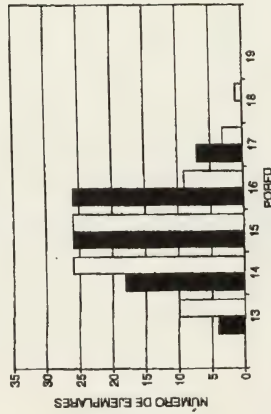
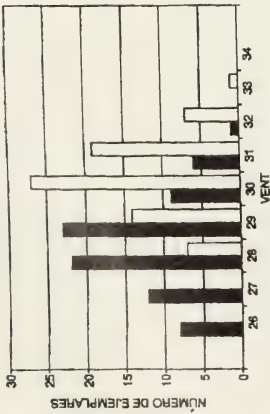


Figura 1.- Distribuciones de frecuencias de los caracteres merísticos para machos y hembras de las tres especies de lacértidos de Torredembarra. VENT = Ventralia; PORFD = Femoralia derecha; PORFI = Femoralia izquierda.

Figure 1.- Frequency distributions of the meristic characters for male and female of the three Lacertidae in Torredembarra. VENT = Ventralia; PORFD = Right femoralia; PORFI = Left femoralia.

Los resultados de la estadística descriptiva de las variables merísticas aparecen en la tabla 4, y los de las métricas en las tablas 5, 6 y 7.

En cuanto a las variables merísticas, hay que destacar que ventralia y femoralia son caracteres sexualmente dimórficos que no varían con la talla dado que no existen diferencias entre adultos e inmaduros. Tampoco se han registrado diferencias en el número de poros femorales de ambos lados. En las tres especies, los machos presentan menor número de escamas ventrales y más poros femorales que las hembras (tests U de Mann-Whitney, $p < 0.01$, en todos los casos) independientemente de la talla del animal (ver Figura 1). Además, una vez alcanzada la talla adulta, los poros femorales adquieren una morfología diferente, apareciendo en los machos más grandes y marcados (Blasco, 1975b). Esto es menos patente en *A. erythrurus*, pero muy claro en las otras dos especies.

Por lo que a las variables métricas se refiere, existe una diferencia evidente de tallas adultas (LCC) entre especies de forma que *A. erythrurus* es la mayor, seguida de *P. algirus* y *P. hispanica* que es la más pequeña en aquellas zonas donde dichas especies conviven. *A. erythrurus* presenta además extremidades (EXTA, EXTP, DIV) más largas y *P. algirus* cola (LCO) más larga que las otras especies en relación a su tamaño corporal (tests ANCOVA, $p < 0.01$, en todos los casos). Los ejemplares de *A. erythrurus* más pequeños superaron en 5 mm de promedio el tamaño de los menores de las otras dos especies.

	N	X	S	CV	lim(95%)	rango
<i>P. ALGIRUS</i>						
machos						
VENT	81	28.38	1.50	5.30	± 0.33	25 - 32
PORFD	81	15.17	1.03	6.82	± 0.23	13 - 17
PORFI	81	15.41	1.07	6.94	± 0.23	13 - 18
hembras						
VENT	82	30.11	1.15	3.81	± 0.25	28 - 33
PORFD	82	14.67	1.09	7.46	± 0.24	13 - 18
PORFI	82	14.75	1.13	7.65	± 0.24	12 - 17
<i>A. ERYTHRURUS</i>						
machos						
VENT	39	27.85	1.01	3.64	± 0.32	26 - 30
PORFD	39	22.92	1.38	6.04	± 0.43	20 - 25
PORFI	39	23.18	1.05	4.52	± 0.33	21 - 25
hembras						
VENT	29	28.97	1.09	3.75	± 0.39	27 - 31
PORFD	29	21.55	1.30	6.02	± 0.47	19 - 24
PORFI	29	21.66	1.17	5.42	± 0.43	19 - 24
<i>P. HISPANICA</i>						
machos						
VENT	33	26.67	1.41	5.28	± 0.48	24 - 30
PORFD	33	17.79	1.32	7.40	± 0.45	15 - 21
PORFI	33	17.58	1.37	7.79	± 0.47	15 - 21
hembras						
VENT	11	29.82	1.33	4.45	± 0.78	28 - 32
PORFD	11	16.73	0.90	5.41	± 0.53	15 - 18
PORFI	11	16.64	1.36	8.19	± 0.80	14 - 19

Tabla 4.- Ventralia y femoralia de las tres especies de lacértidos de Torredembarra; VENT = Ventralia; PORFD = Femoralia derecha; PORFI = Femoralia izquierda; N = muestra; X = media; S = desviación típica; CV = coeficiente de variación.

Table 4.- Ventralia and femoralia of the lacertid species from Torredembarra. VENT = Ventralia; PORFD = Right femoralia; PORFI = Left femoralia; N = sample; X = mean; S = standard deviation; CV = coefficient of variation.

	N	X	S	CV	lim(95%)	rango
machos						
PESO	13	5.53	0.99	17.94	± 0.54	3.77 - 6.89
LCC	29	61.80	3.93	6.35	± 1.43	55.50 - 70.35
LCO	13	162.11	15.34	9.47	± 8.34	135.15 - 187.90
LPIL	29	14.69	1.02	6.97	± 0.37	12.60 - 16.50
ACB	29	9.39	0.75	7.99	± 0.27	8.00 - 11.00
HCB	29	7.72	0.66	8.50	± 0.24	6.50 - 8.75
EXTA	29	20.81	1.32	6.36	± 0.48	17.85 - 23.01
EXTP	29	35.73	1.94	5.43	± 0.71	31.00 - 39.70
DIV	29	11.99	0.67	5.61	± 0.24	10.55 - 13.15
hembras						
PESO	18	4.79	1.02	21.32	± 0.47	3.20 - 6.97
LCC	31	60.56	4.55	7.51	± 1.60	55.05 - 73.90
LCO	18	141.87	12.59	8.87	± 5.81	105.00 - 160.45
LPIL	31	13.30	0.83	6.22	± 0.29	12.40 - 15.05
ACB	31	8.20	0.55	6.74	± 0.19	7.25 - 9.50
HCB	31	6.86	0.48	6.98	± 0.17	6.05 - 7.85
EXTA	31	19.15	1.25	6.53	± 0.44	16.70 - 22.10
EXTP	31	32.19	1.71	5.32	± 0.60	29.40 - 35.55
DIV	31	10.93	0.69	6.31	± 0.24	9.50 - 12.05
subadultos						
PESO	13	3.09	0.57	18.49	± 0.31	2.23 - 4.33
LCC	26	51.22	2.13	4.15	± 0.82	45.35 - 53.90
LCO	13	130.93	8.23	6.28	± 4.47	119.80 - 147.20
LPIL	26	12.13	0.69	5.69	± 0.27	11.25 - 13.90
ACB	26	7.47	0.41	5.51	± 0.16	6.45 - 8.30
HCB	26	6.32	0.38	5.96	± 0.14	5.60 - 6.95
EXTA	26	17.24	1.14	6.63	± 0.44	14.80 - 19.80
EXTP	26	29.64	2.02	6.80	± 0.78	25.40 - 33.30
DIV	26	10.44	1.08	10.34	± 0.41	8.90 - 14.40
juveniles						
PESO	46	0.95	0.42	44.16	± 0.12	0.32 - 2.04
LCC	70	33.41	4.34	13.00	± 1.02	25.50 - 45.05
LCO	46	76.33	15.93	20.87	± 4.60	51.45 - 109.95
LPIL	70	8.58	0.93	10.90	± 0.22	7.00 - 10.75
ACB	70	5.34	0.53	9.85	± 0.12	4.30 - 6.80
HCB	70	4.33	0.47	10.84	± 0.11	3.35 - 5.60
EXTA	70	10.67	1.43	13.40	± 0.33	7.75 - 14.55
EXTP	70	18.35	2.53	13.78	± 0.59	13.85 - 24.90
DIV	70	6.44	1.22	19.02	± 0.29	4.95 - 13.60

Tabla 5.- Biometría de *Psammodromus algirus* (Torredembarra). Pesos en g y medidas lineales en mm.

LCC = longitud cabeza-cuerpo; LCO = longitud cola; LPIL = longitud píleo; ACB = anchura cabeza; HCB = altura cabeza; EXTA = longitud extremidad anterior; EXTP = longitud extremidad posterior; DIV = longitud cuarto dedo extremidad posterior. Los valores del peso y LCO sólo se dan en animales con cola intacta.

N = muestra; X = media; S = desviación típica; CV = coeficiente de variación.

Table 5.- *Biometry of Psammodromus algirus* (Torredembarra). Weight in g and linear measurements in mm.

LCC = snout-vent length; LCO = tail length; LPIL = pileus length; ACB = head width; HCB = head height; EXTA = hind limb length; EXTP = fore limb length; DIV = length of the fourth toe of the hind limb. Weight and LCO values are only given for animals with complete tail.

N = sample; X = mean; S = standard deviation; CV = coefficient of variation.

	N	X	S	CV	lim(95%)	rango
machos						
PESO	13	8.57	3.39	39.54	± 1.84	4.18 - 14.40
LCC	20	66.68	5.58	8.37	± 2.45	55.30 - 76.05
LCO	13	121.83	14.49	11.89	± 7.87	102.90 - 151.25
LPIL	20	15.06	1.11	7.38	± 0.49	13.00 - 17.00
ACB	20	10.96	1.21	11.04	± 0.53	8.75 - 13.10
HCB	20	8.51	1.01	11.88	± 0.44	6.10 - 10.00
EXTA	20	22.98	1.73	7.52	± 0.76	18.95 - 25.60
EXTP	20	41.19	2.64	6.41	± 1.16	35.70 - 45.10
DIV	20	12.59	0.69	5.50	± 0.30	11.20 - 13.95
hembras						
PESO	10	7.86	1.99	25.36	± 1.23	4.25 - 10.61
LCC	14	64.35	4.26	6.62	± 2.23	56.40 - 70.75
LCO	10	109.87	6.37	5.80	± 3.95	99.10 - 116.25
LPIL	14	14.41	0.81	5.62	± 0.42	12.85 - 15.65
ACB	14	10.47	0.78	7.47	± 0.41	18.80 - 11.65
HCB	14	8.21	0.68	8.31	± 0.36	6.80 - 9.40
EXTA	14	21.65	0.97	4.50	± 0.51	19.95 - 23.65
EXTP	14	37.41	1.50	4.02	± 0.79	35.65 - 39.55
DIV	14	11.09	0.37	3.30	± 0.19	10.55 - 11.80
inmaduros						
PESO	32	1.68	0.87	51.75	± 0.30	0.67 - 3.50
LCC	34	39.56	7.42	18.75	± 2.49	30.30 - 53.60
LCO	32	66.50	13.73	20.65	± 4.76	48.10 - 91.45
LPIL	34	9.91	1.35	13.60	± 0.45	8.05 - 12.35
ACB	34	6.72	1.12	16.61	± 0.38	5.40 - 9.20
HCB	34	5.28	0.81	15.33	± 0.27	4.25 - 6.75
EXTA	34	14.00	2.55	18.20	± 0.86	10.55 - 19.50
EXTP	34	24.96	4.52	18.11	± 1.52	19.85 - 34.40
DIV	34	8.20	1.46	17.80	± 0.49	6.30 - 11.15

Tabla 6.- Biometría de *Acanthodactylus erythrurus* (Torredembarra). Pesos en g y medidas lineales en mm.

LCC = longitud cabeza-cuerpo; LCO = longitud cola; LPIL = longitud píleo; ACB = anchura cabeza; HCB = altura cabeza; EXTA = longitud extremidad anterior; EXTP = longitud extremidad posterior; DIV = longitud cuarto dedo extremidad posterior. Los valores del peso y LCO sólo se dan en animales con cola intacta.

N = muestra; X = media; S = desviación típica; CV = coeficiente de variación.

Table 6.- *Biometry of Acanthodactylus erythrurus* (Torredembarra). Weight in g and linear measurements in mm.

LCC = snout-vent length; LCO = tail length; LPIL = pileus length; ACB = head width; HCB = head height; EXTA = hind limb length; EXTP = fore limb length; DIV = length of the fourth toe of the hind limb. Weight and LCO values are only given for animals with complete tail.

N = sample; X = mean; S = standard deviation; CV = coefficient of variation.

	N	X	S	CV	lim(95%)	rango
machos						
PESO	15	2.12	0.44	20.78	± 0.22	1.50 - 2.82
LCC	27	45.82	3.89	8.49	± 1.47	38.55 - 55.10
LCO	15	85.29	8.52	77.89	± 4.31	72.95 - 102.35
LPIL	27	10.94	0.82	11.49	± 0.31	9.70 - 12.70
ACB	27	7.10	0.68	12.76	± 0.26	6.10 - 8.50
HCB	27	5.34	0.43	2.88	± 0.16	4.65 - 6.70
EXTA	27	14.77	1.13	4.77	± 0.43	12.90 - 17.35
EXTP	27	23.68	1.90	23.30	± 0.72	20.80 - 26.70
DIV	27	8.17	0.60	4.80	± 0.23	7.15 - 9.25
hembras						
PESO	7	1.66	0.31	18.86	± 0.23	1.13 - 2.08
LCC	10	43.34	4.07	9.40	± 2.52	37.70 - 49.40
LCO	7	76.89	3.39	4.40	± 2.51	71.20 - 81.70
LPIL	10	9.27	0.57	6.19	± 0.36	8.35 - 10.00
ACB	10	5.89	0.37	6.27	± 0.23	5.30 - 6.60
HCB	10	4.45	0.20	4.54	± 0.13	4.15 - 4.85
EXTA	10	12.76	0.90	7.04	± 0.56	11.10 - 14.00
EXTP	10	19.91	1.53	7.69	± 0.95	17.10 - 21.70
DIV	10	6.99	0.40	5.80	± 0.25	6.35 - 7.65
juveniles						
PESO	5	0.79	0.40	50.37	± 0.35	0.29 - 1.27
LCC	7	32.80	4.39	13.38	± 3.25	24.70 - 37.40
LCO	5	55.29	14.94	27.02	± 3.09	32.45 - 68.15
LPIL	7	8.11	1.05	13.00	± 0.78	6.30 - 9.20
ACB	7	5.16	0.58	11.27	± 0.43	4.15 - 5.75
HCB	7	3.86	0.62	15.99	± 0.46	2.80 - 4.55
EXTA	7	10.17	2.58	25.36	± 1.91	5.15 - 12.20
EXTP	7	16.81	2.60	15.49	± 1.93	12.75 - 19.50
DIV	7	6.52	1.06	16.30	± 0.79	5.00 - 8.40

Tabla 7.- Biometría de *Podarcis hispanica* (Torredembarra). Pesos en g y medidas lineales en mm. LCC = longitud cabeza-cuerpo; LCO = longitud cola; LPIL = longitud pileo; ACB = anchura cabeza; HCB = altura cabeza; EXTA = longitud extremidad anterior; EXTP = longitud extremidad posterior; DIV = longitud cuarto dedo extremidad posterior. Los valores del peso y LCO sólo se dan en animales con cola intacta.
 N = muestra; X = media; S = desviación típica; CV = coeficiente de variación.
 Table 7.- *Biometry of Podarcis hispanica* (Torredembarra). Weight in g and linear measurements in mm.
 LCC = snout-vent length; LCO = tail length; LPIL = pileus length; ACB = head width; HCB = head height; EXTA = hind limb length; EXTP = fore limb length; DIV = length of the fourth toe of the hind limb. Weight and LCO values are only given for animals with complete tail.
 N = sample; X = mean; S = standard deviation; CV = coefficient of variation.

var.	especie	machos				hembras			
		N	R ²	A	B	N	R ²	A	B
PESO	<i>P.algirus</i>	46	0.98	3.11 ^{>1}	-4.79	45	0.99	2.96 ^{>1}	-4.59
	<i>A.erythrurus</i>	31	0.98	3.14 ^{>1}	-4.82	24	0.98	3.12 ^{>1}	-4.78
	<i>P.hispanica</i>	19	0.98	3.16 ^{>1}	-4.90	8	0.99	2.70 ^{>1}	-4.21
LPIL	<i>P.algirus</i>	81	0.98	0.86 ^{<1}	-0.37	75	0.97	0.76 ^{<1}	-0.23
	<i>A.erythrurus</i>	39	0.99	0.77 ^{<1}	-0.23	29	0.98	0.76 ^{<1}	-0.22
	<i>P.hispanica</i>	33	0.95	0.87 ^{<1}	-0.40	11	0.97	0.65 ^{<1}	-0.09
ACB	<i>P.algirus</i>	81	0.98	0.88 ^{<1}	-0.61	75	0.96	0.74 ^{<1}	-0.40
	<i>A.erythrurus</i>	39	0.98	0.92 ^{<1}	-0.64	29	0.98	0.90 ^{<1}	-0.62
	<i>P.hispanica</i>	33	0.92	0.93 ⁼¹	-0.70	11	0.83	0.56 ^{<1}	-0.15
HCB	<i>P.algirus</i>	81	0.94	0.90 ^{<1}	-0.73	75	0.96	0.80 ^{<1}	-0.58
	<i>A.erythrurus</i>	39	0.92	0.88 ^{<1}	-0.67	29	0.97	0.89 ^{<1}	-0.69
	<i>P.hispanica</i>	33	0.93	0.96 ⁼¹	-0.87	11	0.86	0.58 ^{<1}	-0.30
EXTA	<i>P.algirus</i>	81	0.98	1.07 ^{>1}	-0.60	75	0.97	1.00 ⁼¹	-0.50
	<i>A.erythrurus</i>	39	0.99	0.93 ^{<1}	-0.34	29	0.98	0.91 ^{<1}	-0.32
	<i>P.hispanica</i>	33	0.87	1.24 ^{>1}	-0.89	11	0.92	0.92 ⁼¹	-0.39
EXTP	<i>P.algirus</i>	81	0.98	1.05 ^{>1}	-0.33	75	0.95	0.99 ⁼¹	-0.25
	<i>A.erythrurus</i>	39	0.98	0.93 ^{<1}	-0.09	29	0.97	0.86 ^{<1}	-0.02
	<i>P.hispanica</i>	33	0.91	0.95 ⁼¹	-0.21	11	0.91	0.82 ^{<1}	-0.05
DIV	<i>P.algirus</i>	81	0.92	1.02 ⁼¹	-0.73	75	0.93	0.94 ^{<1}	-0.63
	<i>A.erythrurus</i>	39	0.90	0.80 ^{<1}	-0.36	29	0.94	0.68 ^{<1}	-0.19
	<i>P.hispanica</i>	33	0.37	0.43 ⁼¹	-0.19	11	0.69	0.65 ^{<1}	-0.22
LOC	<i>P.algirus</i>	46	0.96	1.32 ^{>1}	-0.13	45	0.95	1.19 ^{>1}	-0.05
	<i>A.erythrurus</i>	31	0.98	1.14 ^{>1}	-0.01	24	0.97	1.04 ^{>1}	-0.16
	<i>P.hispanica</i>	19	0.90	1.41 ^{>1}	-0.39	8	0.91	0.00 ⁼¹	-0.26

Tabla 8.- Rectas de regresión mínimocuadrática entre las diferentes variables biométricas y la LCC, ambas transformadas logarítmicamente, para ambos sexos en las tres especies de lacértidos de Torredembarra. Todas las relaciones fueron significativas ($p < 0.01$).

N = muestra; A = pendiente; B = intercepto.

^{>1} alometría positiva, ⁼¹ isometría, ^{<1} alometría negativa (tests T, $p < 0.05$).

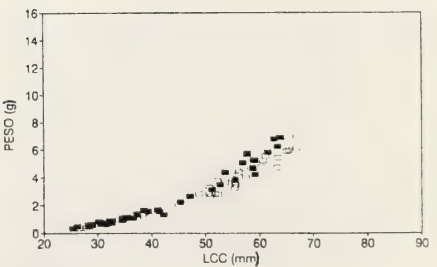
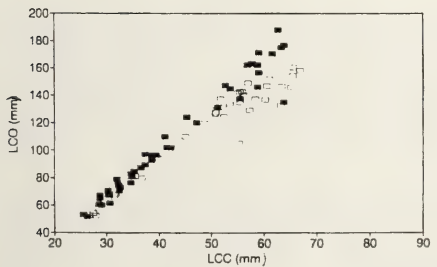
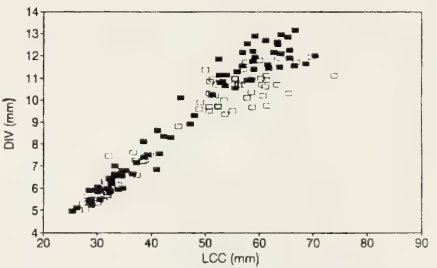
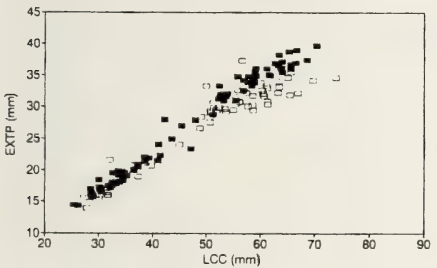
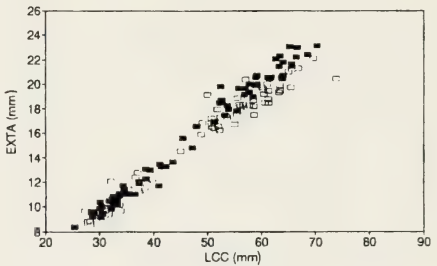
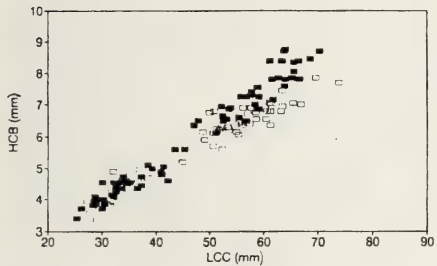
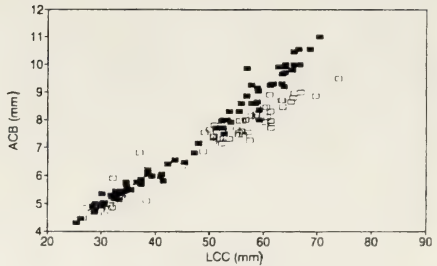
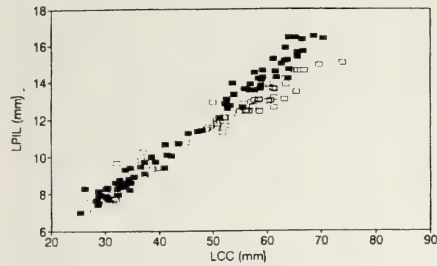
Table 8.- Minimum-squares regression lines between metric variables and LCC (both log-transformed) for both sexes in the three lacertid species from Torredembarra. All the relations were significant ($p < 0.01$).

N = sample; A = slope; B = intercept.

^{>1} positive alometry, ⁼¹ isometry, ^{<1} negative alometry (tests T, $p < 0.05$).

Figura 2.- Representación gráfica de la relación entre la longitud cabeza-cuerpo y diferentes variables métricas para machos y hembras de *Psammmodromus algirus* en Torredembarra (medidas absolutas, pesos en g y medidas lineales en mm). LCC = longitud cabeza-cuerpo; LCO = longitud cola; LPIL = longitud pileo; ACB = anchura cabeza; HCB = altura cabeza; EXTA = longitud extremidad anterior; EXTP = longitud extremidad posterior; DIV = longitud cuarto dedo extremidad posterior. Los valores del peso y LCO sólo se dan en animales con cola intacta.

Figure 2.- Plot of the relation between the snout-vent length and the metric variables for male and female *Psammmodromus algirus* from Torredembarra (absolute values, weight in g and linear measurements in mm). LCC = snout-vent length; LCO = tail length; LPIL = pileus length; ACB = head width; HCB = head height; EXTA = hind limb length; EXTP = fore limb length; DIV = length of the fourth toe of the hind limb. Weight and LCO values are only given for animals with complete tail.



■ MACHOS ○ HEMBRAS

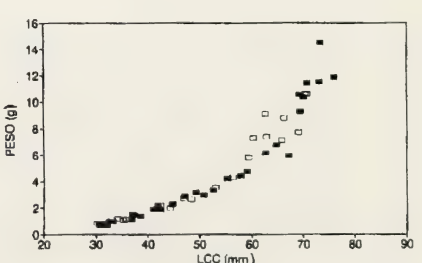
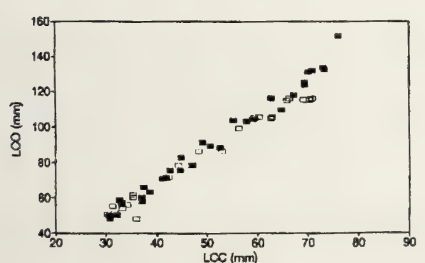
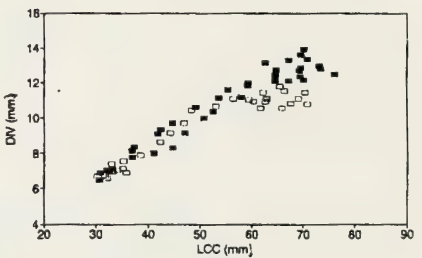
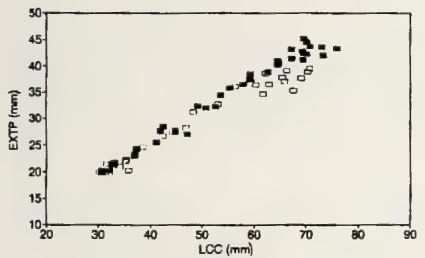
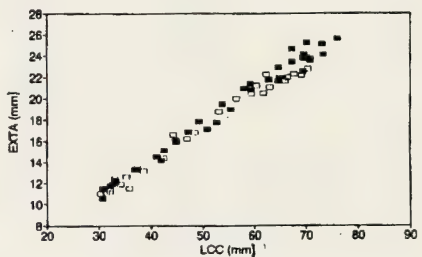
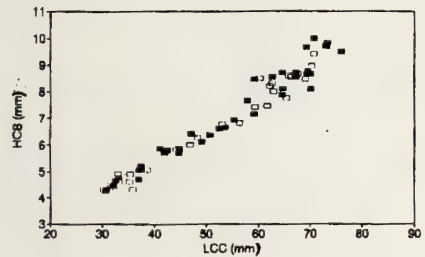
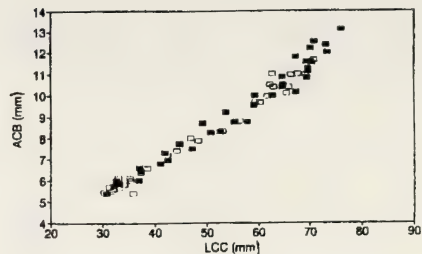
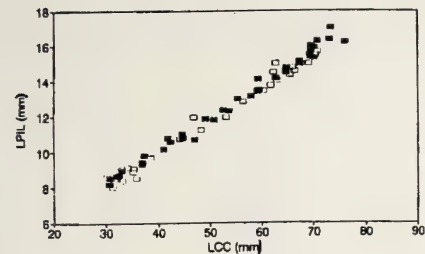
No se han hallado en ningún caso diferencias significativas de la talla corporal (LCC) entre machos y hembras adultos dentro de la misma especie, aunque generalmente los ejemplares mayores hallados fueron hembras. No obstante, sí existe dimorfismo sexual en cuanto a las proporciones corporales. En cada especie, las medias ajustadas (y, en la mayoría de los casos, las pendientes) de las variables cefálicas (LPIL, ACB, HCB), cola intacta (LCO) y extremidades (EXTA, EXTP, DIV) respecto a LCC son mayores en los machos que en las hembras (tests ANCOVA, $p < 0.01$, en todos los casos). En las figuras 2, 3 y 4 se representan los valores de dichas variables respecto a la talla corporal. Los machos adultos fueron además más pesados que las hembras (tests t , $p < 0.01$) si bien el peso es un carácter con mucha mayor variación en todas las categorías.

La pendiente de la recta de regresión de las variables transformadas logarítmicamente fue siempre mayor en los machos que en las hembras (ver tabla 8, tests de paralelismo, $p < 0.01$). Aparece pues, para dichas partes anatómicas, una alometría positiva en los machos con respecto a las hembras, siendo nuevamente *A. erythrurus* la especie en que dicho dimorfismo es menos pronunciado. Globalmente, al incrementarse la talla corporal (LCC), existe una tendencia a la disminución progresiva en las medidas cefálicas relativas. Por el contrario, la longitud de la cola presenta una alometría positiva salvo en las hembras de *P. hispanica* en que hay isometría. Las extremidades presentan una alometría positiva en los machos de *P. algirus* y de *P. hispanica* (sólo las extremidades anteriores en esta última). En cambio, en las hembras de *P. algirus* el crecimiento es isométrico, mientras que en las hembras de *P. hispanica* y en ambos sexos de *A. erythrurus* existe una alometría negativa.

En la figura 5 se representan los resultados del análisis de componentes principales. Los factores 1, 2 y 3 suponen el 94.16%, 2.95% y 1.19% respectivamente, de la varianza explicada respectivamente (total 98.30%). Observando las correlaciones entre cada variable y los factores (Tabla 9), éstos se asocian de la siguiente manera: el factor 1 corresponde al tamaño corporal (PESO y LCC) en tanto que los factores 2 y 3 son factores de forma, representando 2 principalmente la longitud caudal relativa y 3 la longitud relativa de las extremidades. Las dimensiones cefálicas se asocian alternativamente a 2 y 3 (factores de forma). En la columna derecha de la figura 5, aparecen representadas las tres especies según su forma, de manera que *P. algirus* es la especie con más variabilidad morfológica (ocupa 3 cuadrantes) con cola corta, extremidades largas y ca-

Figura 3.— Representación gráfica de la relación entre la longitud cabeza-cuerpo y diferentes variables métricas para machos y hembras de *Acanthodactylus erythrurus* en Torredembarra (medidas absolutas, pesos en g y medidas lineales en mm). LCC = longitud cabeza-cuerpo; LCO = longitud cola; LPIL = longitud pileo; ACB = anchura cabeza; HCB = altura cabeza; EXTA = longitud extremidad anterior; EXTP = longitud extremidad posterior; DIV = longitud cuarto dedo extremidad posterior. Los valores del peso y LCO sólo se dan en animales con cola intacta.

Figure 3.— Plot of the relation between the snout-vent length and the metric variables for male and female *Acanthodactylus erythrurus* from Torredembarra (absolute values, weight in g and linear measurements in mm). LCC = snout-vent length; LCO = tail length; LPIL = pileus length; ACB = head width; HCB = head height; EXTA = hind limb length; EXTP = fore limb length; DIV = length of the fourth toe of the hind limb. Weight and LCO values are only given for animals with complete tail.



■ MACHOS □ HEMBRAS

bezas grandes en juveniles y al contrario en los adultos con diferenciación entre los sexos. *A. erythrurus* presenta mucha menor variación con un predominio de cola corta y extremidades largas. Además, esta especie presenta un patrón de variación intraespecífica diferente en que sólo los adultos presentan un menor tamaño relativo de las extremidades. *P. hispanica*, también poco variable, se halla en el cuadrante de colas y extremidades cortas y cabezas relativamente grandes, más acentuado en juveniles.

	Factor 1	factor 2	factor 3
PESO	0,984	0.053	0.113
LCC	0.986	-0.028	0.063
LCO	0.886	-0.459	0.030
LPIL	0.993	-0.013	0.022
ACB	0.973	0.181	0.078
HCB	0.975	0.077	0.063
EXTA	0.989	0.052	-0.012
EXTP	0.984	0.099	-0.094
DIV	0.961	-0.004	-0.265

Tabla 9.- Coeficientes de correlación entre las variables métricas y los tres ejes factoriales del análisis de componentes principales.

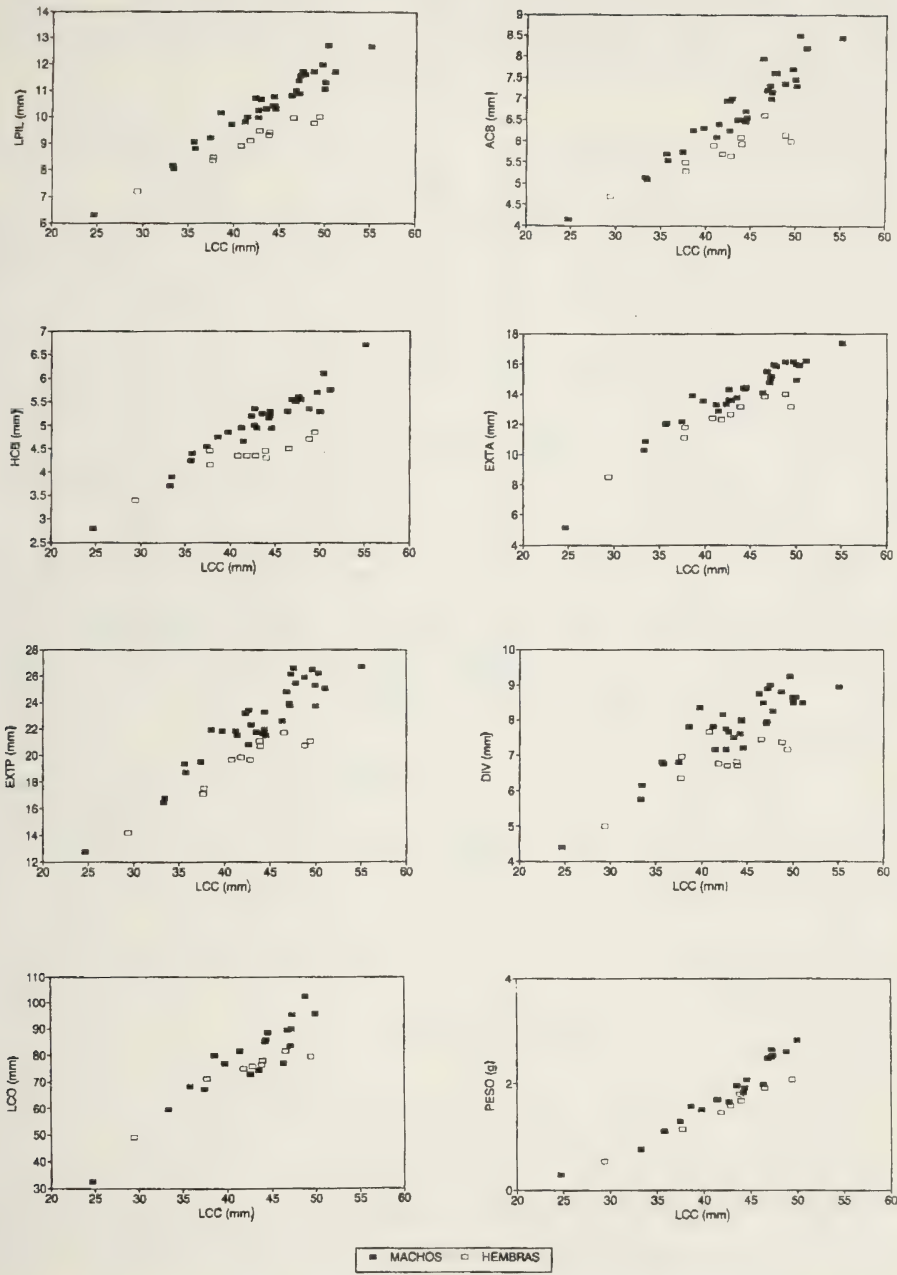
Table 9.- Correlation coefficients between the metric variables and the three factorial axes of the principal component analysis.

En cuanto a la coloración, esta varía con la edad, y en ocasiones con el sexo. Los juveniles de *P. algirus* y *A. erythrurus* presentan colas de color naranja y rojo respectivamente. Los juveniles de la última especie se caracterizan por una coloración muy oscura formada por un diseño a bandas negras muy juntas que se pierde con la edad (Seva, 1982). Los juveniles *P. hispanica* presentan unos colores más apagados con diseños poco contrastados que cuando crecen se hacen más aparentes (Llorente, 1988).

En *P. algirus*, los machos adultos presentan ocelos azules en los costados y color naranja en las últimas escama sublabiales. Los dos sexos pueden presentar coloración amarillo limón en la garganta. Este carácter se manifiesta frecuentemente, más a menudo en hembras que en machos, y preferentemente en los ani-

Figura 4.- Representación gráfica de la relación entre la longitud cabeza-cuerpo y diferentes variables métricas para machos y hembras de *Podarcis hispanica* en Torredembarra (medidas absolutas, pesos en g y medidas lineales en mm). LCC = longitud cabeza-cuerpo; LCO = longitud cola; LPIL = longitud pileo; ACB = anchura cabeza; HCB = altura cabeza; EXTA = longitud extremidad anterior; EXTP = longitud extremidad posterior; DIV = longitud cuarto dedo extremidad posterior. Los valores del peso y LCO sólo se dan en animales con cola intacta.

Figure 4.- Plot of the relation between the snout-vent length and the metric variables for male and female *Podarcis hispanica* from Torredembarra (absolute values, weight in g and linear measurements in mm). LCC = snout-vent length; LCO = tail length; LPIL = pileus length; ACB = head width; HCB = head height; EXTA = hind limb length; EXTP = fore limb length; DIV = length of the fourth toe of the hind limb. Weight and LCO values are only given for animals with complete tail.



males de mayor talla. Los machos adultos de *A. erythrurus* se caracterizan por presentar ocelos laterales amarillos y la base de la cola engrosada (Blasco, 1975a) mientras que las hembras tienen la cola rojo-rosácea en el período de cópulas (Seva, 1982). *P. hispanica* es, en cambio, sumamente polimórfica con tendencia al rayado en el diseño de las hembras y al reticulado en los machos. En la época reproductora pueden aparecer gargantas amarillas en las hembras y vientres color salmón en los machos (Llorente, 1988).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En primer lugar, observando las tallas de los ejemplares, los valores obtenidos para las tres especies pueden situarse entre los menores de la Península (Salvador, 1985; Barbadillo, 1987), muy similares a los del cercano Delta del Ebro en *P. algirus* y *A. erythrurus* (Carretero & Llorente, en prensa). Los posibles factores implicados en tales variaciones se relacionan tanto con los recursos tróficos del medio (Carretero, 1989) como, sobre todo, con la estrategia reproductora más tendiente a la r-selección con un ciclo reproductor de tendencia anual motivado por un mayor grado de "stress" térmico (Carretero & Llorente, 1990). En ningún caso aparecen las diferencias de LCC entre machos y hembras adultos de *P. algirus* que Mellado & Martínez (1974) hallan en una población andaluza (ver también Carretero & Llorente, en prensa).

Por su facilidad de observación, femoralia y ventralia pueden emplearse como caracteres muy útiles en el diagnóstico sexual sobre todo en animales no adultos, cuyos caracteres sexuales secundarios no están desarrollados, o en las especies poco dimórficas. Estas características han sido empleados para estos y otros miembros de la familia Lacertidae (Bauwens & Thoen, 1982; Lecomte et al., 1992; Carretero, en prensa; Carretero & Llorente, en prensa) y tiene particular importancia como criterio de campo.

La elevada femoralia de los machos podría interpretarse como un indicio de una mayor secreción de feromonas con finalidad territorial y/o reproductora (Blasco, 1975b; Jullien & Renous-Lecuru, 1973). Es también patente que las altas ventralias de las hembras se corresponden con un tronco más largo a causa de la presencia de una o dos vértebras más que en los machos, carácter plesiomórfico en Lacertidae (Arnold, 1973) que se ha perdido en algunas líneas evolutivas como en el género *Acanthodactylus* (Arnold, 1989). Pese a esto último, *A. erythrurus* continúa manifestando una diferencia intersexual en la ventralia. En todo caso, una longitud troncal mayor está probablemente relacionada con la necesidad de espacio para los huevos. Esta se vería compensada por unas extremidades (regla de puente, Sshmidt-Nielsen, 1984) y cola (como contrapeso) más cortas, que permitirían una locomoción estable. Así pues, se trataría de un sistema de contrarrestar la gravedad (Alexander, 1982). La diferente conformación de *A. erythrurus*, con extremidades más largas, estaría relacionada con una locomoción muy activa en microhábitats abiertos, frente a *P. algirus* más asociado a la vegetación (Mellado, 1980; Pollo & Pérez-Mellado, 1991; Carrascal & Díaz, 1989; datos propios) y *P. hispanica* en situación intermedia también asociada a la vegetación en la zona (datos propios). La mayor longitud caudal de *P. algirus* se correspondería con su potencialidad trepadora, asociación comprobada en muchas otras comunidades

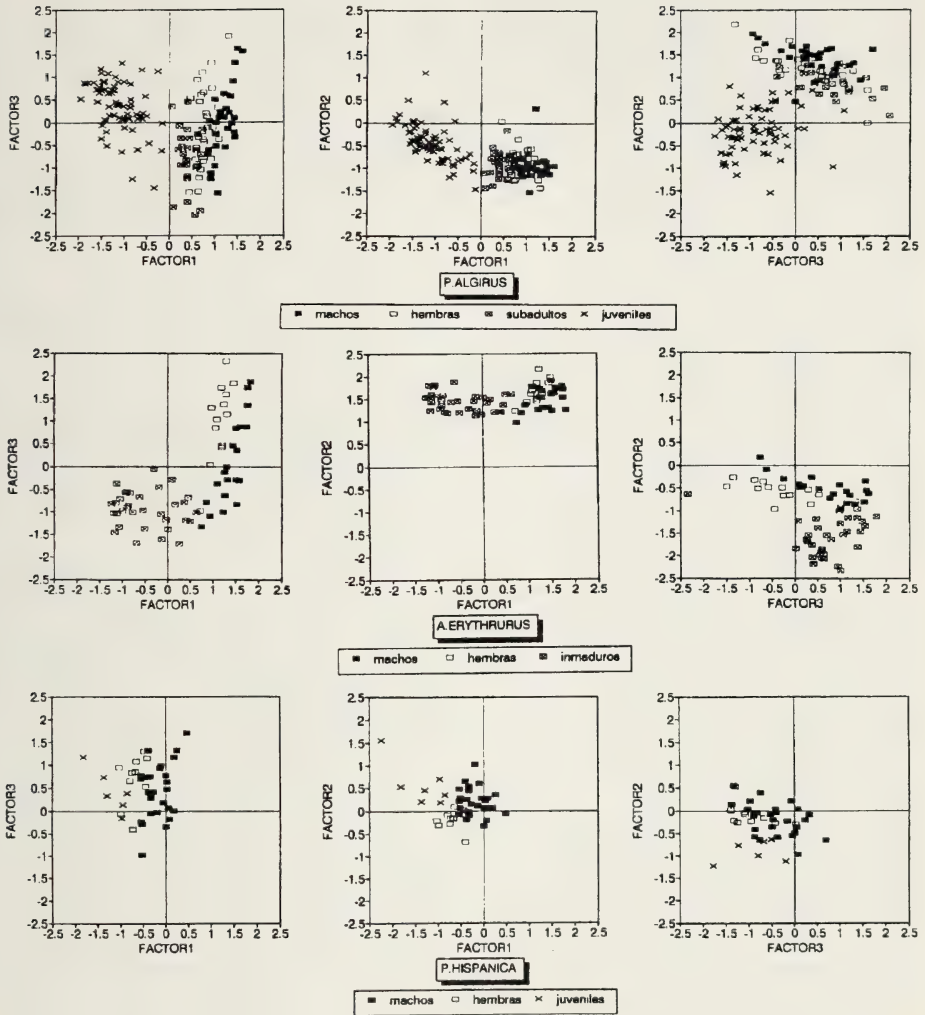


Figura 5.— Representación sobre tres factores del análisis de componentes principales de los individuos de las tres especies de lacértidos de Torredembarra.

Figure 5.— Representation of the individuals belonging to the three lacertid species from Torredembarra on the three factors of the principal component analysis.

de lagartos (Pianka, 1986). *P. hispanica* podría presentar diversos grados de platicefalia ya que, si bien la especie presenta habilidades fisurícolas (Arnold, 1987), estas no son apenas empleadas en la zona y una altura reducida de la cabeza no estaría sujeta a selección en ese caso. Por su parte, *A. erythrurus* presenta una cabeza relativamente elevada, presumible adaptación a la visión en hábitats abiertos (Arnold, 1989, 1993).

El peso se muestra siempre muy variable, debido la presencia o ausencia de huevos, reservas grasas, alimento o agua en el digestivo, etc. No obstante, faltan por explicar las razones de la mayor biomasa y desarrollo cefálico de los machos, carácter también común de la familia que puede ser consecuencia de la selección sexual (ver Anderson & Vitt, 1990, para el caso de los Teiidae, el grupo hermano de los Lacertidae). En los Lacertidae, los combates entre machos aparecen frecuentemente y el comportamiento de cópula se caracteriza por un dominio físico del macho sobre la hembra (Kramer, 1937; Carpenter & Ferguson, 1977), que culmina con un mordisco en el cuello –en el género *Psammmodromus*– o en el dorso posterior –*Podarcis*, *Acanthodactylus*– (Barbadillo, 1987; Arnold, 1989; Bosch, 1992). Probablemente, un mayor peso y una cabeza más robusta faciliten al macho tanto el dominio sobre sus competidores como sus actividades copuladoras y, por tanto, su éxito reproductor.

En efecto, la forma de machos y hembras comienza a divergir en tallas próximas a la de madurez sexual (Figs. 2, 3 y 4) y el dimorfismo es mayor en las especies más territoriales y sedentarias: *P. algerus* (datos propios) y *P. hispanica* (Gil et al., 1988) que en los mucho más móviles *Acanthodactylus* (Aljohany & Spellerberg, 1989; datos propios), cuyos machos presumiblemente deben tener menos luchas territoriales, si es que éstas existen.

Las pequeñas lagartijas nacen con unos tamaños cefálicos relativamente grandes condicionados por el mínimo necesario para poseer un sistema nervioso central desarrollado. La longitud de la cola se ve limitada por razones de espacio dentro del huevo y va incrementándose paulatinamente al actuar como contrapeso en la locomoción. En cuanto a las extremidades, aparecen relativamente elongadas en los inmaduros que representan siempre el elemento dispersor de la población, con un mayor grado de movilidad que los adultos de la misma especie (Mellado, 1980). No obstante, existen dos patrones de variación diferentes. Por una parte, en *P. algerus* y *P. hispanica*, los animales que presentan extremidades relativamente más cortas son los de tallas intermedias (adultos y juveniles con una alometría positiva). Por otro lado, en *A. erythrurus* tanto los animales pequeños como los intermedios presentan extremidades largas que sólo se reducen al llegar a tallas adultas. De nuevo, una selección a favor de una mayor movilidad en esta especie que compensara la talla en los individuos pequeños podría explicar estos resultados.

Los resultados del análisis de componentes principales muestran que *P. algerus* presenta un mayor grado de variación morfológica que las otras dos especies. Estas últimas están bien diferenciadas entre sí, estando *P. hispanica* incluida en el ámbito de variación de *P. algerus*, concretamente de los juveniles. Existe pues un razonable grado de correlación del uso del espacio (datos propios) y la dieta (Carretero, 1989) con la morfología locomotora (véanse Hespéhinde, 1973; Pianka, 1969, 1986; Powell & Russell, 1991), aunque no necesariamente las características morfológicas tienen por qué desarrollarse a la par que las eco-

lógicas (Jaksic et al., 1980; Colli et al., 1992). Si estos caracteres han aparecido tras la invasión de un nuevo ambiente ecológico, ha de hablarse de exaptación (sensu Gould & Vrba, 1982) y no de adaptación (Arnold, 1993, indica varios ejemplos en lacértidos).

Para finalizar solamente indicar que la coloración no parece ser suficiente criterio para la diferenciación sexual ya que las excepciones a la norma son muy comunes. En el caso de *P. algirus* como ya se indicó en otro lugar (Carretero & Llorente, en prensa) debe revisarse el concepto de la coloración gular, como un distintivo reproductor masculino (Mellado & Martínez, 1974) ya que se halla más en hembras que en machos en esta población. En otras es más esporádico (Pollo & Pérez-Mellado, 1990; Carretero & Llorente, en prensa) presentando pues variación interpoblacional. Posiblemente la misión de tal coloración sea más una señal de marcado territorial que se da en grandes ejemplares, tanto machos como hembras.

AGRADECIMIENTOS

Los especímenes fueron colectados bajo el permiso de caza científica número 2531 de la Direcció General de Política Forestal, Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya.

El trabajo fue financiado parcialmente por un Ajut a la Recerca de la Caixa de Barcelona, convocatoria 1990.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERTUS, E. & COLOMER, S. 1981. Los lacértidos de la Dehesa de la Albufera. *Vida Silvestre*, 38: 124-129.
- ALEXANDER, R. M. 1982. *Locomotion of Animals*. Blackie & Son Limited. Glasgow. 163 pp.
- AL-JOHANY, A. M. H. & SPELLERBERG, I. F. 1989. Home range and vagility of the lizards *Acanthodactylus schmidtii* and *Acanthodactylus boskianus* in Saudi Arabia. *Journal of Arid Environments*, 16: 79-86.
- ANDERSON, R. A. & VITT, L. J. 1990. Sexual selection versus alternative causes of sexual dimorphism in teiid lizards. *Oecologia*, 84: 145-157.
- ARNOLD, E. N. 1973. Relationships of the Palearctic lizards assigned to the genera *Lacerta*, *Algyroides* and *Psammodromus*. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) London (Zool.)*, 25(8): 291-366.
- ARNOLD, E. N. 1987. Resource partition among lacertid lizards in southern Europe *J. Zool. Lond. (B)* 1: 739-782.
- ARNOLD, E. N. 1989. Towards a phylogeny and biogeography of the Lacertidae: relationships within an Old-World family of lizards derived from morphology. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)*, 55(2): 209-257.
- ARNOLD, E. N. 1993. Phylogeny and the Lacertidae. In: *Lacertids of the Mediterranean Region*. BOEHME, W., PÉREZ-MELLADO, V., VALAKOS, E. & MARAGOU, P. (Eds.). Hellenic Zoological Society. 1-16. 281pp.
- BARBADILLO, L. J. 1987. *La Guía de Incafo de los Anfibios y Reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. INCAFO Madrid. 694 pp.
- BAUWENS, D. & THOEN, C. 1982. On the determination of sex in juvenile *Lacerta vivipara* (Sauria, Lacertidae). *Amphibia-Reptilia*, 2(4): 381-384.
- BLASCO, M. 1975a. Dimorfismo sexual en una población de *Acanthodactylus erythrurus* procedente del litoral arenoso de Málaga. *Cuad. Cienc. Biol.*, 4(1): 5-10.
- BLASCO, M. 1975b. El dimorfismo sexual en cinco especies de la familia Lacertidae (Reptilia). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 73: 237-242.

- BOSCH, H. A. in den 1992. Courtship behaviour in European lizards: An introduction with video recordings. Abstract. *First International Congress on the Lacertids of the Mediterranean Basin*. Mytilini (Grecia).
- CARPENTER, C. C. & FERGUSON, G. W. 1977. Variation and Evolution of Stereotyped Behavior in Reptiles. 335-554. In: GANS, C. & TINKLE, D. W. (Eds.) *Biology of the Reptilia*. Vol. 7. *Ecology and Behaviour*. 720 pp.
- CARRASCAL, L. M., DÍAZ, J. A. & CANO, C. 1989. Habitat selection in Iberian *Psammodromus* species along a Mediterranean successional gradient. *Amphibia-Reptilia*, 10: 231-242.
- CARRETERO, M. A. 1989. Trophic resource partitioning among three lacertid lizards in a Mediterranean beach. Abstract. I World Congress of Herpetology. Canterbury (Reino Unido), 11-19 septiembre 1989.
- CARRETERO, M. A. En prensa. Algunes dades morfològiques de *Psammodromus hispanicus* en El Prat de Llobregat. *Butlletí Naturalístic del Delta de Llobregat*, 1.
- CARRETERO, M. A. & LLORENTE, G. A. 1990. Estrategia reproductora y talla en *Psammodromus algirus*. Abstract. I Congreso Luso-Espanhol, V Congreso Español de Herpetología. Lisboa (Portugal), 24-26 octubre 1990.
- CARRETERO, M. A. & LLORENTE, G. A. 1991. Thermal ecology of three lacertid lizards in a Mediterranean beach. Abstract. 6th Ordinary General Meeting, *Societas Europaea Herpetologica*. Budapest (Hungria), 19-23 agosto 1991.
- CARRETERO, M. A. & LLORENTE, G. A. 1993. Feeding of two sympatric lacertids in a sandy coastal area (Ebro Delta, Spain). In: *Lacertids of the Mediterranean Region*. BOEHME, W., PÉREZ-MELLADO, V., VALAKOS, E. & MARAGOU, P. (Eds.). Hellenic Zoological Society. 155-172. 281pp.
- CARRETERO, M. A. & LLORENTE, G. A. En prensa. Morfometria de *Psammodromus algirus* i *Acanthodactylus erythrurus* al Delta de l'Ebre. *Bull. Parc Natural Delta de l'Ebre*, 8.
- COLLI, G. R., ARAUJO, A. F. B. de, SILVEIRA, R. da & ROMA, F. 1992. Niche Partitioning and Morphology of Two Syntopic *Tropidurus* (Sauria: Tropiduridae) in Mato Grosso, Brazil. *Journal of Herpetology*, 26(1): 66-69.
- GIL, M., PÉREZ-MELLADO, V. & GUERRERO, F. 1988. Estructura del hábitat y dominios vitales en *Podarcis hispanica* (Steindachner, 1870). *Misc. Zool.*, 12: 273-281.
- GOSÁ, A., JOVER, L. & BEA, A. 1986. Contribución a la taxonomía de *Podarcis muralis* y *P. hispanica* en la Península Ibérica (País Vasco y Sistema Central). *Munibe*, 38: 109-120.
- GOULD, S. J. & VRBA, E. S. 1982. Exaptation—a missing term in the science of form. *Paleobiology*, 8: 4-15.
- HESPEHINDE, H. A. 1973. Ecological inferences from morphological data. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 4: 213-229.
- JAKSIC, F. B., NÚÑEZ, H. & OJEDA, F. P. 1980. Body Proportions, Microhabitat Selection, and Adaptative Radiation of *Liolaemus* Lizards in Central Chile. *Oecologia (Berl.)*, 45: 178-181.
- JULLIEN, R. & RENOUS-LECURU, S. 1973. Étude de la répartition des pores fémoraux, annaux, préannaux et ventraux chez les Lacertiens (Reptilia). *Bull. Mus. Hist. Nat.* 104 (Zool.), 78: 1-32.
- KRAMER, G. 1937. Beobachtungen über Paarungsbiologie und soziales Verhalten von Mauereidechsen. *Z. Morphol. Ökol. Tiere*, 32: 72-783.
- LANZA, B. & BRUZZONE, C. L. 1959. Erpetofauna dell'arcipelago della Galita (Tunisia). *Annali del Museo Civico di Storia naturale "G. Doria"*, 71: 41-58.
- LECOMTE, J., CLOBERT, J. & MASSOT, M. 1992. Sex identification in juveniles of *Lacerta vivipara*. *Amphibia-Reptilia*, 13: 21-25.
- LLORENTE, C. 1988. *Contribución al conocimiento de la biología de una población de lagartija común (Podarcis hispanica Steindachner, 1870)*. Tesis de licenciatura. Universidad de Barcelona. 333 pp.
- LLORENTE, G. A., MONTORI, A., SANTOS, X. & CARRETERO, M. A. En prensa. *Atlas de distribució dels amfibis i rèptils de Catalunya i Andorra*. Ed. El Brau. Figueras.
- MELLADO, J. 1980. Utilización del espacio en una comunidad de lacértidos del matorral mediterráneo en la Reserva Biológica de Doñana. *Doñana, Acta Vertebrata*, 7(1): 41-59.
- MELLADO, J. & MARTÍNEZ, F. 1974. Dimorfismo sexual en *Psammodromus algirus*. *Doñana. Acta Vertebrata*, 1(2): 33-42.
- PERDIGÓ, M. T. & PAPIÓ, C. 1985. La vegetació litoral de Torredembarra (sud de Catalunya). *Collect. Bot.*, 16(1): 215-226.

- PÉREZ-MELLADO, V. 1981. *Los Lacertidae del Oeste del Sistema Central*. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- PÉREZ-MELLADO, V. & GOSÁ, A. 1988. Biometría y folidosis en Lacertidae (Sauria, Reptilia). Algunos aspectos metodológicos. *Rev. Esp. Herp.*, 3(1): 15-27.
- PIANKA, E. R. 1969. Sympatry of desert lizards (*Ctenotus*) in Western Australia. *Ecology*, 50(6): 1012-1030.
- PIANKA, E. R. 1986. *Ecology and Natural History of Desert Lizards*. Princeton University Press. New Jersey. 207 pp.
- POLLO, C. J. & PÉREZ-MELLADO, V. 1990. Biología reproductora de tres especies mediterráneas de Lacertidae. *Mediterránea Ser. Biol.*, 12: 149-160.
- POLLO, C. J. & PÉREZ-MELLADO, V. 1991. An analysis of a Mediterranean assemblage of three small lacertid lizards in Central Spain. *Acta Oecologica*, 12(5): 655-671.
- POWELL, G. L. & RUSSELL, A. P. 1992. Locomotor correlates of ecomorph designation in *Anolis*: an examination of three sympatric species from Jamaica. *Can. J. Zool.*, 70: 725-739.
- SALVADOR, A. 1985. *Guía de campo de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica, islas Baleares y Canarias*. A. Salvador Ed. León. 212 pp.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. 1984. *Scaling. Why is animal size so important?* Cambridge University Press. 241 pp.
- SEVA, E. 1982. *Taxocenosis de lacértidos en un arenal costero alicantino*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. 317 pp.
- SEVA, E. 1984. Reparto de recursos entre dos especies psammófilas de saurios, *Acanthodactylus erythrurus* y *Psammodromus algirus*. Arenal costero de Alicante. *Mediterránea Ser. Biol.*, 7: 5-25.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1981. *Biometry*. Freeman, London. 859 pp.
- ZAR, J. H. 1984. *Bioestatistical Analysis*. Prentice Hall. London. 718pp.

Data de recepció: 15 de gener de 1994

Data d'acceptació: 10 de juny de 1994

A comparative multivariate study of the tree sparrow (*Passer montanus*) and barn swallow (*Hirundo rustica*) development

M. Janiga (*), R. Chrást (**) & P.J. Cordero (***)

(*) National Park HIGH TATRAS Research Station,
059 60 Tatranska Lomnica, Slovakia

(**) Faculty of the Natural Sciences, Comenius University,
Mlynska dolina B2, 842 15 Bratislava, Slovakia

(***) Instituto Pirenaico de Ecología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas,
Apartado 64, 22700 Jaca (Huesca), Spain

Summary

A comparative multivariate study of the tree sparrow (*Passer montanus*) and barn swallow (*Hirundo rustica*) development.

The study presents the results of statistical techniques which extend our knowledge on intra- and interspecific differences of tree sparrow and barn swallow growth patterns. Growth pattern was more variable in swallows than in sparrows. The swallow growth pattern was influenced by hatching asynchrony, brood reduction and order of nesting attempt in a year. The brood reduction influenced the growth pattern in tree sparrow. Nesting attempts more conditioned the modification in the growth pattern in sparrows from Slovakia than in sparrows from Spain. In both countries the first and third attempts were compared. The growth pattern in tree sparrows from Spain tended to be more influenced by clutch adjustment.

Key words: barn swallow, tree sparrow, growth, regression, principal component analysis.

ISSN: 1133-1232.

INTRODUCTION

The barn swallow (*Hirundo rustica*) and the tree sparrow (*Passer montanus*) are altricial passerines which differ in many features of growth pattern. They rear young with different sources of food, differing markedly in foraging behaviour: the barn swallow being an strictly insectivorous aerial feeder while the tree sparrow depends on more predictable sources of food, being a ground feeder with certain tendence to omnivorism. These traits may impose rather different breeding responses in the two species resulting in a modification of the growth patterns (O'Connor, 1977). In this paper we analysed both intra- and interspecific variations of the growth pattern of both species using bivariate and multivariate techniques. Besides the influence of spatial or temporal conditions, we analyse the probable importance of clutch adjustment, brood reduction, hatching asynchrony on the growth and development (O'Connor, 1978a) trying to find the ontogenic trajectories of these two species in response to specific adaptation and short-term ecological changes.

MATERIAL AND METHODS

Data collection. Data were obtained from nests of barn swallows located in farms in Vajnory near Bratislava (cultivated lowland) and in Smrečany (a valley of the montaneous area of Smrečany, High Tatras). Nests were visited every two days and young repeatedly measured and dated. We recorded the body weight (W), the length of the third primary (PL), the length of the antebrachial skeleton (AL) (Janiga, 1986) and the age of the bird (A). 26 young swallows of May-June 1986 (the first breeding attempt, Vajnory) and 30 young of July 1986 (the second attempt, Smrečany) were measured. 73 nestlings of the tree sparrows were measured in nestboxes in the State Nature Reserve, Jurský Šúr, near Bratislava (alder forest [*Alnus glutinosa*] and open country with oaks [*Quercus robur*]) in the years 1985 and 1988, and 58 nestlings in the Barcelona province (a farm house in a Mediterranean oak forest area [*Quercus ilex*]) in the years 1981 and 1982. Birds were measured at intervals of 3-5 times in a week. The same variables as in swallows were taken except for the AL in the Spanish sample. Also, in sparrows we used wing length (WL), instead of primary length, and we included the tarsus length (TL). Weight was taken to the nearest 0.5 g with a Pesola spring balance and other measurements with a dial calipers with an accuracy of 0.1 mm. Hatchlings were marked with indeleble ink and older nestlings ringed to identify them individually.

Developmental landmarks. As chronological time has only an approximate relationship to biological age in altricial birds (BeIskii, 1960), the use of standardized variables between two developmental landmarks (Creighton & Strauss, 1986) was an important condition to our work. Data utilised for allometric analyses were between two «discrete» events of postnatal development not necessary related to real nestling ages (Lebeau et al., 1986). In swallows, these events were the start of the primary growth and the attainment of the body weight peak, in sparrows, the hatching and the attainment of the body weight peak. We examined the modifications of the growth pattern at the most intensive increments of the parameters investigated assuming that these modifications would reflect intensively the influence of environmental or breeding constraints. We recognize that the characterization of these events as discrete is arbitrary, however they represent unambiguous observable landmarks in the development (Creighton & Strauss, 1986). Each individual was measured approximately for equal times, hence interdependence among data points was similar. For each selected group, the data points were used to build up the allometric growth curves and correlation matrices.

Statistical methods. Interspecific comparison. One important goal of biological morphometry is the quantitative comparison of ontogenic trajectories that react to short-term ecological responses (Strauss & Fuiman, 1985). We see the methodological merit of our study in the data evaluation without knowledge of a nestling age. Scaling the specific rates to chronological time is only one of a variety of operational estimates of biological time, the actual scale onto which ontogenic events should be mapped (Strauss, 1987). Due to genetical, physiological or environmental fluctuations the degree of

development may correlate poorly with physical time. In altricial birds, the usefulness of the allometry may arise from the fact that there are so many sets of data for which the age or day of hatching are unfortunately impossible to evaluate, particularly when the birds are sampled in the wild. The principal component analysis (PCA, derived from growing characters) as it may explain as much variance when the age of the nestlings is unknown or when it is known (O'Connor, 1978b). The variables recorded for each sparrow nestling visit (Slovakia) were W - body weight (1 - number represents the order of variable in the data matrices, Table 1), WL - wing length (2), AL - antebrachial skeleton length (3), TL - tarsus length (4) and A - age (5). In the swallows the PL - primary length was used instead of WL. Principal components were initially computed from the correlation matrix of the first three variables in decadic logarithmic form. PCA of the correlation matrix of log-transformed characters tends to separate the general growth vector (Jolicoeur, 1963a) and the other vectors more efficiently than a PCA of the covariance matrix (Somers, 1986). Our preference for the lognormal model is based on the reasons which were described by Jolicoeur (1963a) and Mosimann & James (1979). The repeated observations on individual nestlings were treated as statistically independent (O'Connor, 1978b). Because we assumed, that body weight, feather (primary or wing) length and bone (antebrachial skeleton) length reflected many important trends in the growth pattern of nestlings, we selected them for the first three variable PCA. After the evaluation of the three variable PCA, the fourth (4) variable was admitted to the analysis and the components recalculated; similarly admission of the age variable to the analysis yielded five components. This procedure allowed the assessment of the information value of the tarsus length and age variables.

Intraspecific comparisons. Comparisons of the specific growth pattern differences between two groups (e. g. young from the first and third clutches in a year) must be done at similar ontogenic stages in both groups (Blackstone, 1987). Mean and mean variance of the (AL) or (TL) in the swallows and tree sparrows from Slovakia and mean and mean variance of the (TL) in sparrows from Spain were calculated between the two landmarks for a selected group of young (e.g. all measurements of young from the first clutches, when each young in the file was measured approximately for equal times and in the same sequence). Ontogenic equivalence was approximated by using the one-way ANOVA to test the equality ($P > 0.05$, but two-tailed test) between two means of the variables. Before proceeding with one-way ANOVA, tests of the equality of the two variances (Sokal & Rohlf, 1969) were used to evaluate the equality of group variance of the data. For the intraspecific analysis, only the measurements of the first three variables named above were analyzed by PCA. For each group in a pair (e.g. first and second clutches), the separate PCA was calculated and then the analyses were compared. We did not pool the groups (Hamilton & Johnston, 1978) and did not test the differences in a group variance of component scores because the equal variables between the examined groups, (TL) or (AL) were incorporated into the components. Biological interpretation of the component structure was achieved by reification, i.e. trends of variation corresponding to each principal component were judged from the signs and numerical values of its eigenvectors (Lawley & Maxwell,

1971) and from the eigenvalues of its variance (Jolicoeur, 1963b). In the growth studies, the eigenvectors of the PC1 are all positive and PC1 corresponds to the direction of size increase and is interpreted as a growth trend (Jolicoeur & Mosimann, 1960). Our statistical allometric methods are based on the knowledge that mitotic activity of the cells in the tissue is closely related to the instantaneous percentage growth of various organs (O'Connor 1984). Growth rates in birds are probably limited by the extent to which the bird's tissues are called upon the function from an early stage (Ricklefs, 1973). Such organs as heart, liver (expressed in the variable «body weight») or cells of feather pulps may retain a capacity to proliferate and to increase the cell size after cell differentiation (O'Connor, 1984). The nestlings living in a more favourable environment attain their peak body weights more rapidly than nestlings living in worse environment but the feather growth of the nestlings from better environment appears relatively later (BeIskii, 1960). The principal component (usually PC2), which suggests this bipolar tendency, has the character of a contrast vector which mainly describes the food availability (O'Connor, 1978b). Even when size is held constant there is still a marked tendency for the joint increase in feather length to be associated with a joint decrease in the body weight and vice versa (BeIskii, 1947, 1948). This bipolar process tends to be basically independent from growth (PC1) even though it may accompany it or compensate for it (O'Connor, 1978b). Since PCA does not fully separate the growth and the «nutritive» trend (Humphries et al., 1981) the technique has been supplemented with regression to find the intraspecific differences between the groups (Sinervo & Huey, 1990). Statistical details of tests for differences between two regression coefficients (F_b) and tests for differences between two regression constants (F_a) are in Sokal & Rohlf (1969), and Hátle & Likeš (1972), respectively. Tests attaining an alpha level of $P > 0.05$ were considered statistically non-significant.

RESULTS

Interspecific differences. In the three variable PCA, the general growth vector (PC1) accounted approximately equal proportion of the overall variance in both species (Table 1). PC2 possessed the contrast nutritive vector which contrasts nestling weight with the feather length (primary or wing). PC2 accounted the same proportion of the overall variance; the different selection of the second variable (PL in swallows and WL in sparrows) did not introduced any significant change in the results. PC3 had the character of wing development vector. The contrast between the increase in wing bone length and the decrease in wing feather length, or vice versa, was greater in swallows than in sparrows, result which could be biased by measuring the PL and not WL in the barn swallows.

When the fourth variable, TL, was entered in the analysis, PC1 accounted for greater proportion of the overall variance in the tree sparrow than in the barn swallow. This means that TL correlated better to the other three variables in sparrows than in swallows. This is also supported by a tarsus vector (PC2), where the component accounts more variance in the barn swallow than in the

tree sparrow. The signs of the eigenvectors in PC2 reflect the tendency of TL to increase while other variables decrease and vice versa.

	W	PL(BS) WL(TS)	AL	TL	Age	VAR
Principal component I						
BS	0.572	0.578	0.582			96.3
TS	0.573	0.575	0.584			96.6
BS	0.505	0.511	0.514	0.468		90.7
TS	0.500	0.499	0.510	0.491		94.5
BS	0.453	0.472	0.469	0.417	0.423	87.2
TS	0.452	0.445	0.456	0.438	0.445	93.8
Principal component II						
BS	-0.807	0.523	0.274			2.8
TS	-0.742	0.666	0.072			2.8
BS	-0.274	-0.279	-0.259	0.883		6.5
TS	-0.029	-0.530	-0.237	0.814		3.1
BS	-0.180	0.155	0.006	-0.685	0.689	7.2
TS	0.390	-0.355	-0.150	-0.537	0.640	2.7
Principal component III						
BS	-0.145	-0.626	0.766			0.9
TS	-0.347	-0.475	0.808			0.6
BS	-0.806	0.524	0.275	-0.004		2.1
TS	-0.808	0.506	0.006	0.303		2.0
BS	-0.584	-0.110	-0.274	0.595	0.466	4.2
TS	0.075	-0.630	-0.274	0.710	0.136	2.5
Principal component IV						
BS	-0.142	-0.622	0.770	-0.015		0.7
TS	-0.311	-0.462	0.827	-0.072		0.4
BS	-0.648	0.334	0.612	-0.054	-0.303	1.0
TS	-0.654	0.319	-0.339	0.108	0.587	0.7
Principal component V						
BS	0.043	-0.794	0.575	0.008	0.194	0.4
TS	-0.458	-0.422	0.761	-0.064	0.170	0.3

Table 1.— Component structures (eigenvectors) with different variable sets. BS = barn swallow (n = 281), TS = tree sparrow (n = 216). For other characters see table 2.

After entering the age variable (A) in the analysis, the PC1 retained the role of general growth vector. The PCA revealed the potential problems of usage of physical time (age) in regression or other statistical techniques. The eigenvectors showed the contrast between A and TL in both species but mainly in swallows the PC2 accounted for 7.2 % of variation in the growth pattern. Age (physical time) did not increase uniformly with the growing tarsus. The PCA suggests that at early stages of nestling development, the scale of A (mostly of

one day) may be very wide to detect important proportional changes in the tarsus growth. PC3 took the role of tarsus contrast vector (bipolar with W in swallows and WL in sparrows) previously held by PC2 (with the four variable analysis). PC4 took over the role of weight-wing contrast previously held by PC3. However some proportion of the total variance, summarized by PC3 and PC4 was still affected by A. PC5 took over the role of wing feather-wing bones contrast.

Intraspecific differences

Clutch adjustment. The results of PCA for swallow nestlings from clutches of five and four eggs separately were similar (Table 2). The comparison of regression slopes between PL and W from these two groups showed the equal trends in the slopes (Figure 1A). In sparrows from Spain, the growth rate of W in relation to WL was lower in nestlings from clutches of five eggs than from clutches of three or four eggs. Nestlings from nests of fewer eggs tended to develop better than nestlings from the nests of five eggs (Figure 1B). Sparrows from Slovakia were not analysed, because the majority of clutches contained five eggs.

Hatching asynchrony. The growth rate of W in relation to WL was not significant in sparrows. The hatching asynchrony had not an influence on the growth pattern of this species. In the barn swallow, the earlier nestlings were heavier in relation to the wing length although this difference diminished in later stages (Figure 2).

Brood reduction. It had a marked influence on the swallow growth pattern. Nestlings from broods of five young were lighter in relation to the primary growth than nestlings from smaller broods (Figure 3A). The difference of growth pattern in reduced broods confirms that brood reduction had to be affected by factors other than clutch adjustment or asynchronous hatching. From both study areas, different results were obtained for the tree sparrows (Figures 3B, C). More young in a nest meant a higher increase in their body weight relative to wing length at the early stages of postnatal development.

Breeding attempts. In the swallows at hatching, nestlings from second broods tended to be heavier in relation to primary length than nestlings from first broods. Non-significant difference in the regression coefficients confirms, that the two groups of young constantly differed during their development, i.e. the nestlings from second broods were constantly heavier in relation to the same length of primaries than nestlings from first broods (Figure 4A). In the sparrows, nestlings from third broods had higher increments in body weight, when related to WL, than nestlings from first broods in Slovakia (Figure 4B). In Spain, the difference between slopes was not significant (Figure 4C).

BARN SWALLOW YOUNG FROM CLUTCHES								TREE SPARROW YOUNG FROM CLUTCHES							
of 4 eggs (n=61)				of 5 eggs (n=212)				of 3 or 4 eggs (n=88)				of 5 eggs (n=120)			
PC	CH	EVR	EVL	VAR	EVR	EVL	VAR	CH	EVR	EVL	VAR	EVR	EVL	VAR	
I	W	0.573			0.571			W	0.575			0.575			
	PL	0.578	2.87	95.7	0.579	2.87	95.8	WL	0.574	2.91	97.3	0.575	2.92	97.5	
	AL	0.581			0.582			TL	0.583			0.582			
II	W	-0.808			0.815			W	0.687			0.687			
	PL	0.517	0.09	2.8	-0.488	0.10	3.2	WL	-0.726	0.08	2.3	-0.726	0.06	2.1	
	AL	0.283			-0.313			TL	0.037			0.038			
III	W	-0.137			-0.102			W	-0.444			-0.444			
	PL	-0.631	0.04	1.4	-0.653	0.03	1.0	WL	-0.379	0.01	0.5	-0.378	0.01	0.5	
	AL	0.764			0.750				0.812			0.812			

Table 2.– Principal component analysis using log₁₀ data of growth pattern in barn swallows and tree sparrows (Spain) in dependence on the clutch adjustment. PC, principal component; CH, character; EVR, eigenvectors; EVL, eigenvalues; VAR, percentage, variance accounted by the component; W, body weight; PL, primary length; WL, wing length; TL, tarsometatarsus length; AL, antebrachial skeleton length. One-way ANOVA identifies the significant equality between ALs of the two swallow groups (F=0.88) and between TLs of the two sparrow groups (F=2.81).

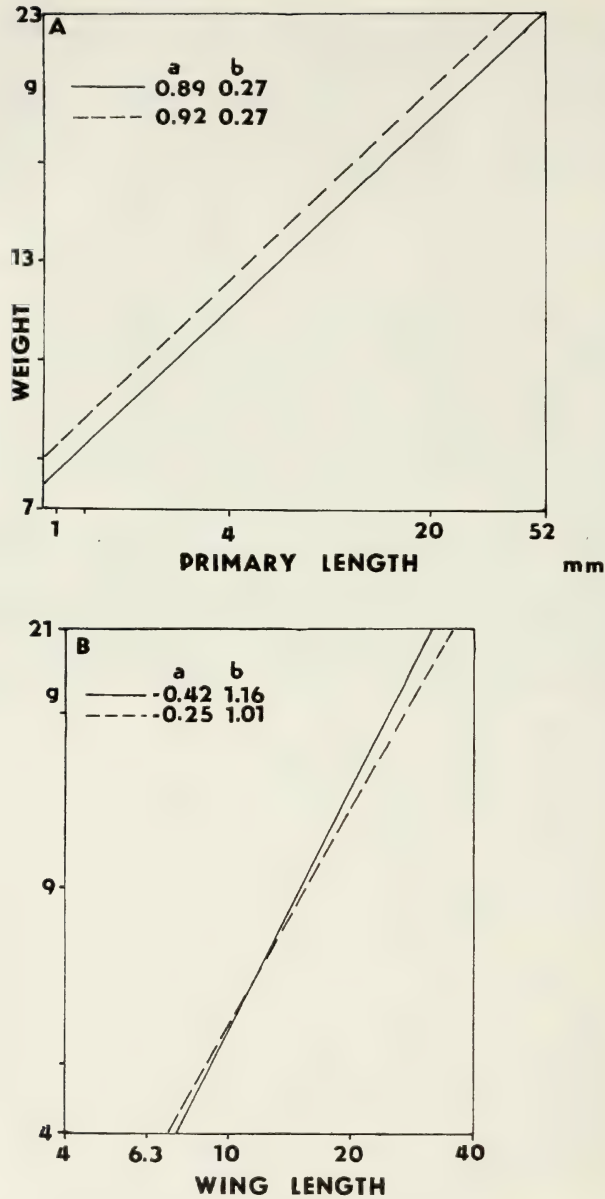


Figure 1.— (A) Allometry between primary length and nestling body mass (\log_{10} transformed variables) of barn swallows from nests of four laid eggs (dashed) and five laid eggs (solid). a = regression constant; b = regression coefficient; $F_b(1,269) = 0.002$, ns; $F_a = 1.06$, ns (difference between the slopes is not significant). F (one-way ANOVA for primary length [1,271]) = 0.07, ns. (B) Allometry between wing length and nestling body mass (\log_{10}) of tree sparrows (Spain) from nests of three or four laid eggs (solid) and five laid eggs (dashed). $F_b(1,204) = 6.37$, $P < 0.01$ (significant difference between slopes). F (one-way ANOVA for wing length) = 2.52, ns.

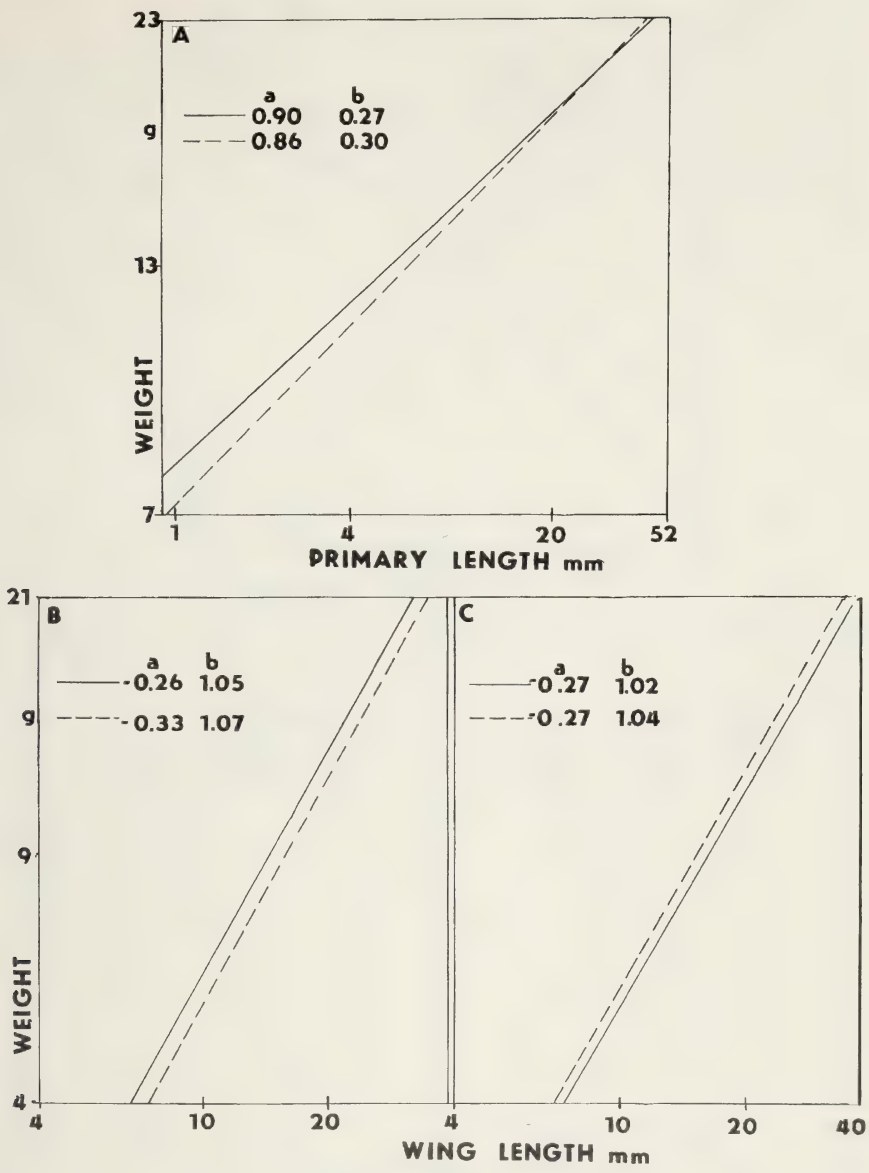


Figure 2.— (A) Allometry between primary length and body mass (log₁₀) of the first three hatched young (solid) and the last two hatched young (dashed) of barn swallows. For characters see fig. 1. $F_b(1,277) = 3.28$, ns; $F_a = 4.31$, $P < 0.05$ (young tended to be asynchronously developed at hatching). $F(\text{primary}) = 0.09$, ns. (B) Allometry between wing length and body mass (log₁₀) of the first three hatched young (solid) and the last two hatched young (dashed) of tree sparrows from Slovakia (B) and Spain (C). For characters see fig. 1. Slovakia: $F_b(1,212) = 0.08$, ns; $F_a = 0.59$, ns; $F(\text{wing}) = 0.86$, ns; Spain: $F_b(1,219) = 0.08$, ns; $F_a = 0.002$, ns; $F(\text{wing}) = 0.007$, ns.

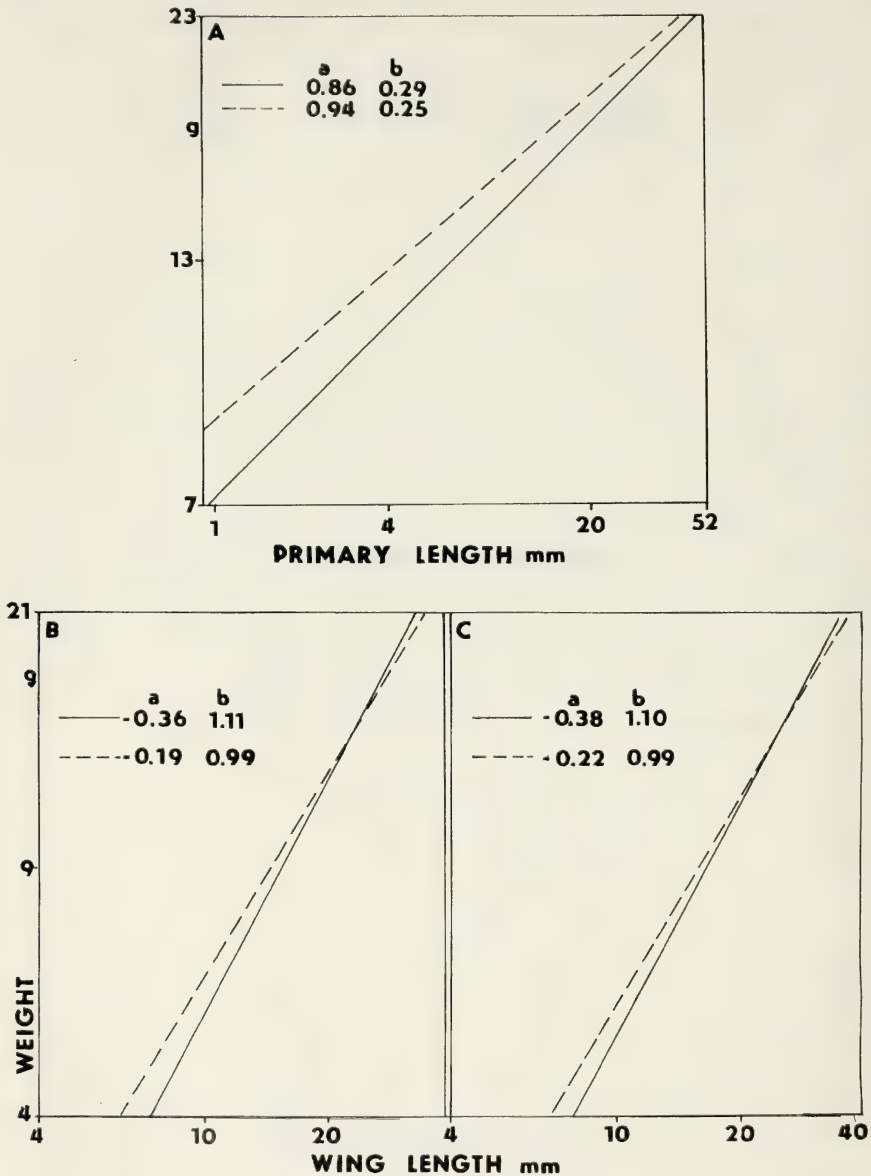


Figure 3.— (A) Allometry between primary length and body mass (\log_{10}) of the swallow broods of five (solid) and four and less (dashed) in a nest. $F_b(1,254)=7.6$, $P<0.01$; $F_a=15.4$, $P<0.001$; $F(PL)=0.96$, ns. (B) Allometry between wing length and body mass of the sparrow broods of five (dashed) and of the broods of four or three (solid) from Slovakia. $F_b(1,212)=3.34$, ns; $F_a=4.74$, $P<0.05$, $F(\text{wing})=1.01$, ns. (C) Same allometry as above but in Spanish tree sparrows and of the broods of five or four in a nest (dashed) and two or three (solid) in a nest. $F_b(1,219)=3.53$, ns; $F_a=4.86$, $P<0.05$; $F(\text{wingL})=0.07$, ns. For characters see fig. 1.

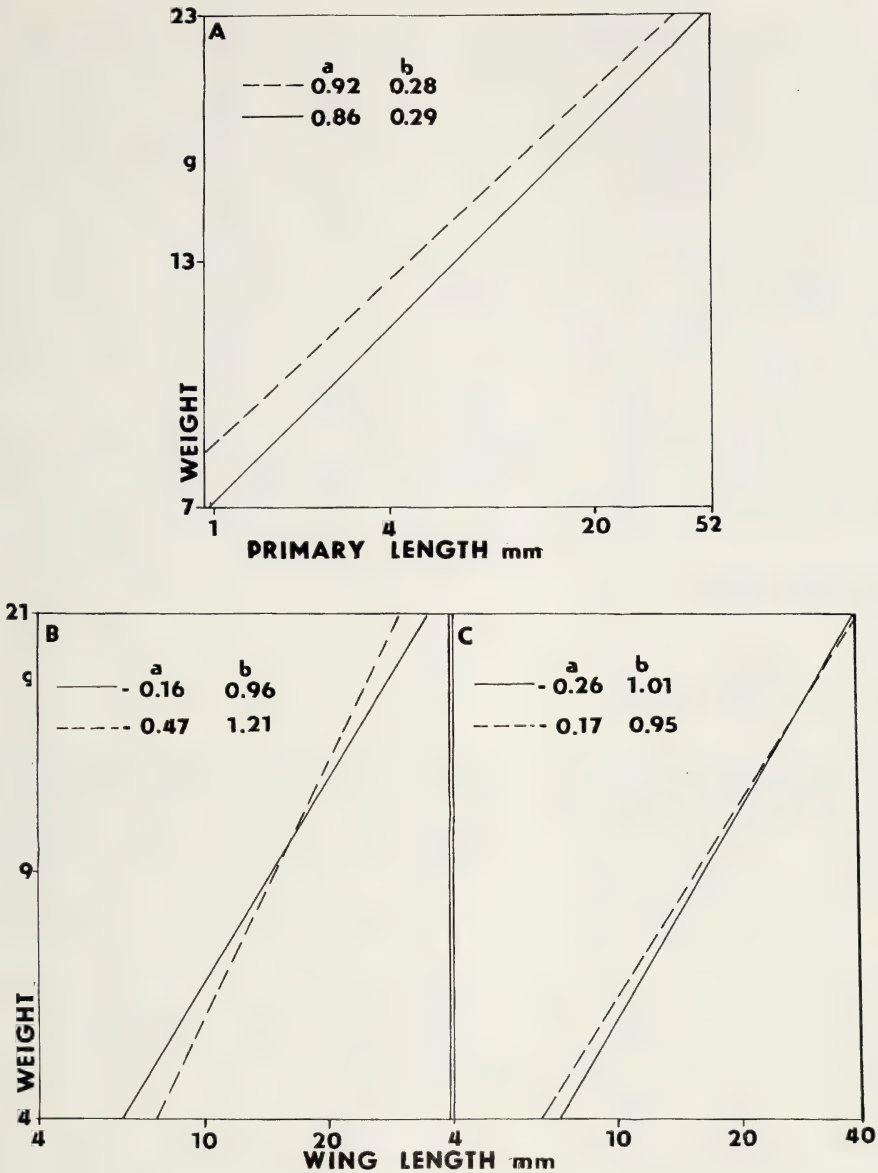


Figure 4.- (A) Allometry between primary length and nestling body mass of swallows from the first (solid) and second (dashed) broods in a year. $F_b(1,277)=0.74$, ns; $F_a=10.2$, $P<0.01$; $F(PL)=0.05$, ns. (B) Allometry between wing length and nestling body mass of tree sparrows from Slovakia (B) and Spain (C). The first (solid) and third (dashed) nesting attempts. Slovakia: $F_b=14.7$, $P<0.001$; $F_a=16.1$, $P<0.001$; $F(wing) = 1.3$, ns; Spain: $F_b(1,183)=0.97$, ns; $F_a=1.3$, ns; $F(wing) = 3.04$, ns. For characters see fig.1.

DISCUSSION

Interspecific differences. Many developmental features confirm the differences between the barn swallow and the tree sparrow. After entering the TL and A variables in the PCA, the PC1 accounted for more of the variance in the growth pattern of sparrows. In the tree sparrows, the correlations between TL and the rest of variables were probably better than in the barn swallows. This may be supported by O'Connor's (1977) comparative allometric examinations of house sparrows and house martins. In martins more than in sparrows, the TL grew faster over the first days of nest care than did skeleton manus. In swallows as well as in martins, an early growth of tarsus is probably related to an early development of the stretching and gaping reflex of nestlings when begging for food in the nest. In the barn swallows, there was also a relative faster growth of the PL in relation to TL than in the tree sparrow. The relative earlier splitting of feathers in the barn swallow in respect to the tree sparrows may be linked to the need of acquisition of an early thermoregulation at low temperatures. Barn swallows may forage away from the nest because of an occasional depression in food supply and the absent of adult spans may produce a disadvantageous loss of energy (Kožená, 1980). In sparrows, this adaptation is not much required (O'Connor, 1975) since sparrows food is more predictable in the vicinity of nests and short-term failures in food supplies are uncommon in these species (Pinowska, 1975).

Intraspecific differences

Clutch adjustment and hatching asynchrony. The actual growth pattern may influence the number of eggs laid in a species (Ricklefs, 1968). Nestling food availability is unpredictable at egg-laying stage in the barn swallow (Kožená, 1980), so clutch adjustment is impossible in relation to food availability (O'Connor, 1978a). Sparrows, on the contrary, depend upon a more stable and predictable food supply than swallows, they may produce adjusted clutches and nestlings from smaller clutches have a better development than nestlings from non-adjusted clutches. To test this findings, we analysed the growth pattern of the common swift (*Apus apus*) (a strict aerial insectivorous species). Data from swifts was obtained from earlier studies (Vizyová & Janiga, 1986, 1987) and the regression of W in relation to WL were calculated as indicated in the method section. Neither clutch size adjustment, nor the hatching order of nestlings showed any influence on the growth pattern of swifts (Table 3). These results are similar to those found in swallows as the hatchlings differences found in this species during the first stages of nest care were later minimized. The asynchronous hatching is regarded as an insurance against a failing food supply (O'Connor, 1984). In both barn swallow and tree sparrow, asynchronous hatching and subsequent brood reduction may occur although the growing differences due to hatching order are small (Fetisov, 1977; Veiga, 1990).

Brood reduction. In swallows, the brood reduction caused the more effective growth of young from reduced broods, what was probably due to an

adequate food supply. Nestling tree sparrows from larger broods were heavier in relation to the wing length than those from reduced broods in the first days of nest life indicating a better social thermoregulation in a crowded brood condition (Dunn, 1975, 1976). In the first four days of life, the respiration coefficient of tree sparrow nestlings is very high (Myrcha et al., 1972) occurring a rapid increase in body weight, fat reserves and proteins and a rapid loss of water from tissues (Myrcha & Pinowski, 1969) while the metabolic rate of the youngest nestlings may vary directly with ambient temperature (Myrcha et al., 1972; O'Connor, 1984). Similar trends occur in the growth of barn swallows (Ricklefs, 1967; Marks, 1982) but the more precocious acquisition of thermoregulation in swallows (O'Connor, 1975), is the probable reason of the growth pattern difference between the two species. In tree sparrows from Spain, the clutch size and brood size affected the growth pattern of nestlings independently. Young from small clutches showed a better development (mainly at the later stages of nest care) while the nestlings from reduced broods showed the less effective growth pattern, especially after hatching (e.g. Sánchez-Aguado, 1985). Our results indicate that clutch adjustment and brood reduction does not affect the growth pattern of the tree sparrow in the same way because the brood reduction is modified mainly by current environmental conditions in contrary to clutch adjustment (Cordero & Salaet, 1989).

Breeding attempts. Both species make two or more nesting attempts in a year. Using the growth allometry, Novotný (1970) showed, that the optimal growth pattern highly positively correlated with breeding success and nesting attempts in the house sparrows. The body weight excess was higher in better conditions (2nd and 3rd breeding attempts in a year and better breeding success) than in the less favourable periods (1st and 4th attempts, lower breeding success) when the body weight variable was related to the skeleton length variable. On the other hand, the feather length variable possessed the lower increment values during the 2nd and 3rd breeding attempts when it was related to the skeleton length variable (Novotný, 1967).

	Young from nests		1st hatched	2nd hatched
	of 3 eggs (n=34)	of 1 or 2 eggs (n=40)	young (n=37)	young (n=30)
b	1.06	0.97	0.97	1.01
a	-0.18	-0.03	-0.04	-0.11
F(WL)		1.24, ns		0.0005, ns
F _a		0.72, ns		0.11, ns
F _b		0.80, ns		0.20, ns

Table 3.— Characters of the allometric slopes between wing length and nestling body mass (log) of the common swifts. Clutch adjustment and hatching asynchrony were tested. For characters see Material and Methods and figure 1.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Gabriela Ďurčová, Monika Bobalová, Zuzana Janigová, Ľudovít Kocian, Katarína Paliesková, Veronika Matisová for the help in the data collections, and J.D. Rodríguez - Teijeiro for valuable comments to the manuscript. We are grateful to Kersten Parsons for the editing of the manuscript.

REFERENCES

- BEĽSKII, N. V. 1947. Importance of food in the growth and development of birds. *Dokl.akad. nauk USSR*, 58: 1531-1534.
- BEĽSKII, N. V. 1948. Postembryonic growth and differentiation in altricial birds in nature. *Dokl.akad. nauk USSR*, 61: 573-576.
- BEĽSKII, N. V. 1960. On some regularities of growth and development in birds. *Ornitologiya*, 3: 31-37.
- BLACKSTONE, N. W. 1987. Specific growth rates of parts in a hermit crab *Pagurus longicarpus*: a reductionist approach to the study of allometry. *J. Zool., Lond.*, 211: 531-545.
- CORDERO, P. J. & SALAET, M. 1989. Breeding season, population density and reproductive rate of the tree sparrow [*Passer montanus* (L.)] in Barcelona, NE-Spain. In: Granivorous birds in agricultural landscape, PINOWSKI, J. & SUMMERS-SMITH, D. (Eds), 169-177. Polish Scientific Publishers. Warsaw.
- CREIGHTON, G. K. & STRAUSS, R. E. 1986. Comparative patterns of growth and development in cricetine rodents and the evolution of ontogeny. *Evolution*, 40: 94-106.
- DUNN, E. H. 1975. The timing of endothermy in the development of altricial birds. *The Condor*, 77: 288-293.
- DUNN, E. H. 1976. The relationship between brood size and age of effective homeothermy in nestlings house wrens. *Wilson Bull.*, 88: 478-482.
- FETISOV, S. A. 1977. The growth and the development of nestlings of the tree sparrow, *Passer m. montanus* L., in Leningrad region. *Vestnik Leningr. Univ.*, 15: 14-21.
- HAMILTON, S. & JOHNSTON, R. F. 1978. Evolution in the house sparrow. VI. Variability and niche width. *Auk*, 95: 313-323.
- HÁTEL, J. & LIKEŠ, J. 1972. *Elements of probability theory and mathematical statistics*. Alfa press. Prague, Bratislava.
- HUMPHRIES, J. M., BOOKSTEIN, F. L., CHERNOFF, B., SMITH, R., ELDER, R.L. & POSS S. G. 1981. Multivariate discrimination by shape in relation to size. *Syst. Zool.*, 30: 291-308.
- JANIGA, M. 1986. Analysis of some of the conditions of growth of young *Columba livia f. domestica* in an urban agglomeration. *Folia Zool. Brno*, 35: 257-268.
- JOLICOEUR, P. 1963a. The degree of generality of robustness in *Martes americana*. *Growth*, 27: 1-27.
- JOLICOEUR, P. 1963b. Bilateral symmetry and asymmetry in limb bones of *Martes americana* and man. *Rev. Can. Biol.*, 22: 409-432.
- JOLICOEUR, P. & MOSIMANN, J. P. 1960. Size and shape variation in the painted turtle. A principal component analysis. *Growth*, 24: 339-354.
- KOŽENÁ, I. 1980. Dominance of items and diversity of the diet of young swallows (*Hirundo rustica*). *Folia Zool. Brno*, 29: 143-156.
- LAWLEY, D. N. & MAXWELL, A. E. 1971. *Factor analysis as a statistical method*. Butterworths. London.
- LEBEAU, B., JOLICOEUR, P., PAGEAU, G. & CROSSMAN, E. J. 1986. Asymptotic growth, egg production and trivariate allometry in *Esox masquinongy* Mitchill. *Growth*, 50: 185-200.
- MARKS, L. P. 1982. Morphophysiologic characteristics of the blood of the sand martin and barn swallow nestlings. *Gnezdvaya zhizn ptits*: 104-108.
- MOSIMANN, J. E. & JAMES, F. C. 1979. New statistical methods for allometry with application to Florida red-winged blackbirds. *Evolution*, 33: 444-459.
- MYRCHA, A. & PINOWSKI, J. 1969. Variations in the body composition and caloric value of the nestling tree sparrows (*Passer m. montanus* L.). *Bull. Acad. pol. Sci. Cl. II, Sér. Sci. biol.*, 17: 475-480.

- MYRCHA, A., PINOWSKI, J. & TOMEK, T. 1972. Energy balance of nestlings of tree sparrows, *Passer m. montanus* (L.), and house sparrows, *Passer d. domesticus* (L.). In: *Productivity, population dynamics and systematics of granivorous birds*, KENDEIGH, S.C. & PINOWSKI, J. (Eds.), 59-83. Polish Scientific Publishers. Warsaw.
- NOVOTNÝ, I. 1967. *Postembryonic development and growth of house sparrow (Passer domesticus L.)*. Ph.D. thesis. Inst. of Vertebrate Zoology Brno.
- NOVOTNÝ, I. 1970. Breeding bionomy, growth and development of young house sparrow (*Passer domesticus*, L., 1758). *Acta Sc. Nat. Acad. Sc. Bohem. Brno.*, 4: 1-57.
- O'CONNOR, R. J. 1975. Growth and metabolism in nestling passerines. *Symp. zool. Soc. Lond.*, 35: 277-306.
- O'CONNOR, R. J. 1977. Differential growth and body composition in altricial passerines. *Ibis*, 119: 147-166.
- O'CONNOR, R. J. 1978a. Growth strategies in nestling passerines. *The Living Bird*, 16: 209-238.
- O'CONNOR, R. J. 1978b. Structure in avian growth patterns: a multivariate study of passerine development. *J. Zool., Lond.*, 185: 147-172.
- O'CONNOR, R. J. 1984. *The growth and development of birds*. Wiley. Chichester.
- PINOWSKI, B. 1975. Food of female house sparrows (*Passer domesticus* L.) in relation to stages of the nesting cycle. *Pol. Ecol. Stud.*, 1: 211-225.
- RICKLEFS, R. E. 1967. Relative growth, body constituents and energy content of nestling barn swallows and redwinged blackbirds. *Auk*, 84: 560-570.
- RICKLEFS, R. E. 1968. On the limitation of brood size in passerine birds by the ability of the adults to nourish their young. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 61: 847-851.
- RICKLEFS, R. E. 1973. Patterns of growth in birds. II. Growth rate and mode of development. *Ibis*, 115: 177-201.
- SÁNCHEZ-AGUADO, F. J. 1985. Crecimiento de los pollos de gorrión molinero (*Passer montanus*, L.). *Doñana, Acta Vertebrata*, 12: 197-209.
- SINERVO, B. & HUEY, R. B. 1990. Allometric engineering: an experimental test of the causes of interpopulational differences in performance. *Science*, 248: 1106-1109.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1969. *Biometry*. Freeman and Co. San Francisco.
- SOMERS, K. M. 1986. Multivariate allometry and removal of size with principal components analysis. *Syst. Zool.*, 35: 359-368.
- STRAUSS, R. E. 1987. On allometry and relative growth in evolutionary studies. *Syst. Zool.*, 36: 72-75.
- STRAUSS, R. E. & FUIMAN, L. A. 1985. Quantitative comparisons of body form and allometry in larval and adult Pacific sculpins (Teleostei: Cottidae). *Can. J. Zool.*, 63: 1582-1589.
- VEIGA, J. P. 1990. A comparative study of reproductive adaptations in house and tree sparrows. *Auk*, 107: 45-59.
- VIZYOVÁ, A. & JANIGA, M. 1986. Notes on the ecology of common swift (*Apus apus* L., 1758) in Bratislava. *Biologia (Bratislava)*, 41: 151-161.
- VIZYOVÁ, A. & JANIGA, M. 1987. The postnatal development of common swift (*Apus apus* L., 1758) in Bratislava. *Biologia (Bratislava)*, 42: 175-183.

Data de recepció: 9 de gener de 1993.

Data d'acceptació: 2 de juliol de 1994.

Study on the diversity of bird populations under conditions of atmospheric pollution from the Cers coal-fired power plant (Northeast Spain)

S. Llacuna, A. Górriz & J. Nadal

*Universitat de Barcelona, Facultat de Biologia,
Departament de Biologia Animal (Vertebrats), Diagonal 645, 08028 Barcelona, SPAIN*

Summary

Study on the diversity of bird populations under conditions of atmospheric pollution from the Cers coal-fired power plant (Northeast Spain).

The effects produced by emissions from coal-fired power stations, mainly sulfur dioxide (SO_2), nitrogen oxides (NO_x) and particulates on the diversity and abundance of nearby bird populations were studied. The area of Cers-Vallecebre (Northeast Spain), where there is a coal-fired power station, was compared with two non-polluted zones: de St. Llorenç dels Morunys and St. Jaume de Frontanyà both located 40 km from the area of Cers. Birds were captured in these areas, which is very similar in vegetation, relief and climatology, using hidden mist nets. In the polluted area, slight decrease in the diversity, and the presence of opportunist species were observed. No species was found to be used as a bioindicator of atmospheric pollution since all species were equally abundant in the studied areas.

Key-words: sulfur dioxide, nitrogen oxides, birds, population ecology, contamination.

ISSN: 1133-1232.

INTRODUCTION

The effects caused by inhaling the oxidant gases sulfur dioxide (SO_2) and nitrogen oxides (NO_x) have received considerable attention, partly due to the sublethal effects of such inhalations. There are many studies (most of them carried out in laboratories) that analyze the alteration of normal physiology, specially in animals, such as respiratory diseases in the respiratory tract (Balmes, Fine & Shepard, 1987), and also in plants, such as the effects of acid rain (Ferres, 1986). However, studies that examine the effects of atmospheric pollution on the dynamics of animal populations in their natural environment are not so frequent.

A study was begun in 1990, which deals with the effects of air pollution from the Cers coal-fired power plant on the physiology and morphology of some animals and passerine birds species (Llacuna et al., 1993; Górriz et al., 1994). On the basis of data on the birds captured in 1991 and 1992, we studied the relationship between the air pollution from the Cers coal-fired power plant and the diversity and abundance of nearby bird populations, compared with two non-polluted zones which are similar in relief, climatology, vegetation and altitude.

MATERIALS AND METHODS

The studies were undertaken in three zones, which are not subjected to any anthropogenic processes (crops, pesticides, release of waste, or other chemicals of potential hazard). A polluted zone, where there is a coal-fired power plant, in Cercs (Northeast Spain) was chosen. This zone has an area of five km², and is North West (the usual direction of the wind) of the source of pollution, at an altitude 1000 m. The main vegetation is composed of large wild pastures with oak trees (*Quercus humilis*), blackberries (*Rubus ulmifolius*), and some pine trees (*Pinus sylvestris*). Two non-polluted zones of five km² each, which are not affected by gaseous or particulate emissions, are 40 km from the polluted area; one to the West (St.Llorenç dels Morunys), and the other to the East (St.Jaume de Frontanyà). Both areas are very similar to the polluted zone in vegetation, relief, climatology and altitude. These zones are used to compare results with those from the polluted zone.

Birds were captured using three mist nets, which were located in similar places, i.e. similar wind orientation and distance between trees, in the three areas studied. One mist net was 12.5 m in length x 5 m in height, and two mist nets were 12.5 m in length x 2.5 m in height. The captures were always undertaken on days without rainfall, over a two-year period. Each expedition was two days long, but the number of expeditions was different in the polluted area (20 expeditions) and in the non-polluted areas (14 expeditions). The different number of expeditions was corrected applying the rarefaction test (Magurran, 1989). Thus the increases in the number of species and the number of the birds captured in the polluted zone (owing to the higher number of expeditions) were corrected.

The diversity and abundance of bird species captured in polluted and non-polluted zones were compared applying the diversity indices of Margalef and Menhinick (Magurran, 1989).

The Mann-Whitney's «U» Test was used to compare the number of specimens captured in polluted and non-polluted areas. The Chi-squared Test was used to compare the different species rates in the Cercs areas and St.Jaume de Frontanyà-St.Llorenç dels Morunys zones.

The composition of the atmosphere (NO_x and SO₂ gases) in the Cercs area was supplied by the electricity company FECSA (Table 4). The amount of NO_x and SO₂ gases measured in the non-polluted areas was invaluable.

RESULTS

The results of the number of specimens of each species captured, and the number of expeditions are shown in table 1.

First the two non-polluted areas were compared to see whether they were similar in the number of captures. The Mann-Whitney's «U» Test was U=22 (P=0.80), which indicates there were no significant differences between the non-polluted zones (St. Jaume de Frontanyà and St. Llorenç dels Morunys). In contrast, when the number of birds captured in Cercs (polluted area) were compared with St.Jaume de Frontanyà-St.Llorenç dels Morunys (non-polluted

areas), the Mann-Whitney's «U» Test was $U=76$ ($P=0.025$), thus indicating a significant increase in the number of birds captured in Cercs compared to the two non-polluted areas.

In Chi-squared statistical analysis we took into consideration non-occasional species ($n>10$ specimens) in order to fulfil the terms of the test.

	Number specimens captured in Cercs	Number specimens captured in St. Jaume de Frontanya-St. Llorenç dels Morunys	Number specimens captured in St. Jaume Frontanya	Number specimens captured in St. Llorenç dels Morunys
<i>C. carduelis</i>	8	4	2	2
<i>F. coelebs</i>	22	6	2	4
<i>E. cia</i>	38	14	7	7
<i>P. major</i>	50	34	19	15
<i>P. cristatus</i>	4	6	4	2
<i>E. rubecula</i>	26	10	4	6
<i>P. caeruleus</i>	14	6	2	4
<i>P. ochruros</i>	80	6	4	2
<i>L. arborea</i>	16	0	0	0
<i>P. phyrhula</i>	2	3	0	3
<i>P. ater</i>	4	2	1	1
<i>P. viridis</i>	16	6	3	3
<i>A. pratensis</i>	8	10	6	4
<i>G. glandarius</i>	6	2	2	0
<i>S. torquata</i>	0	1	1	0
<i>P. modularis</i>	3	2	2	0
<i>T. merula</i>	18	14	10	4
<i>S. atricapilla</i>	2	3	2	1
<i>L. collurio</i>	3	2	0	2
<i>M. alba</i>	2	0	0	0
<i>S. unicolor</i>	1	2	0	2
<i>T. viscivorus</i>	1	1	1	0
<i>S. borin</i>	0	1	0	1
<i>S. serinus</i>	4	4	2	2
<i>S. rubetra</i>	1	0	0	0
<i>M. striata</i>	0	2	2	0
<i>H. rustica</i>	2	0	0	0
<i>P. collibita</i>	3	3	2	1
<i>A. caudatus</i>	2	2	1	1
<i>D. major</i>	1	0	0	0
Total specimens captured	337	146	79	67
Nr. expeditions	20	14	7	7

Table 1.— Species captured and number of expeditions performed in each area studied.

Species	Zone	Nr. specimens Captured	Expected frequency	% Total	Adjusted residual
<i>A. pratensis</i>	P	8	13	1.9	-2.7
	NP	10	5	2.4	2.7
<i>P. caeruleus</i>	P	14	14.4	3.4	-0.2
	NP	6	5.4	1.4	0.2
<i>C. carduelis</i>	P	8	8.7	1.9	-0.4
	NP	4	3.3	1	0.4
<i>P. cristatus</i>	P	4	7.2	1	-2.3
	NP	6	2.8	1.4	2.3
<i>E. cia</i>	P	38	37.5	9.1	0.2
	NP	14	14.5	3.4	-0.2
<i>E. rubecula</i>	P	26	26	6.3	0
	NP	10	10	2.4	0
<i>F. coelebs</i>	P	22	20.2	5.3	0.8
	NP	6	7.8	1.4	-0.8
<i>L. arborea</i>	P	16	11.5	3.8	2.5
	NP	10	4.5	0	-2.5
<i>T. merula</i>	P	18	23.1	4.3	-2.1
	NP	14	8.9	3.4	2.1
<i>P. major</i>	P	50	60.6	12	-2.9
	NP	34	23.4	8.2	2.9
<i>P. ochruros</i>	P	80	62	19.2	4.9
	NP	6	24	1.4	-4.9
<i>P. viridis</i>	P	16	15.9	3.8	0.1
	NP	6	6.1	1.4	-0.1

P=polluted zone
NP=non-polluted zones

Table 2.— Species rates applying the Chi-squared Test.

Index	Polluted zone ^a	Non-polluted zones ^b
Margalef	4.46	4.81
Menhinick	1.47	2.07

^aCercs
^bSt. Jaume de Frontanyà and St. Llorenç dels Morunys

Table 3.— Diversity indices of Margalef and Menhinick (Magurran 1989) in the polluted zone and non-polluted zones.

Month	1991				1992 ^a			
	Mean value for SO ₂	Max	Mean value for NO _x	Max	Mean value for SO ₂	Max	Mean value for NO _x	Max
January	17	ND	25	ND	29	702	8	232
March	25	1174	10	349	30	618	6	222
April	384	2500	11	356	23	631	3	150
May	619	2162	16	1221	ND	ND	ND	ND
June	15	255	5	225	16	425	2	117
July	ND	ND	ND	ND	175	2572	3	433
September	ND	ND	ND	ND	074	2080	14	365
October	ND	ND	ND	ND	55	667	14	1034
November	667	1838	14	405	166	2323	50	969
December	961	2216	7	466	43	1022	0	26

^a No data available for February and August
 ND No data available

Table 4.— SO₂ and NO_x values (μg/m³) measured during January-December 1991 and 1992 at St. Corneli Station (Cercs).

When we analyzed the relative species composition, the following were examined: meadow pipit (*Anthus pratensis*), blue tit (*Parus caeruleus*), goldfinch (*Carduelis carduelis*), crested tit (*Parus cristatus*), rock bunting (*Emberiza cia*), robin (*Erithacus rubecula*), chaffinch (*Fringilla coelebs*), woodlark (*Lullula arborea*), blackbird (*Turdus merula*), great tit (*Parus major*), black redstart (*Phoenicurus ochruros*), and green woodpecker (*Picus viridis*). The Chi-squared Test was 48.3 ($P=0.00001$), which indicates that there is a significant association between the abundance of the different species and the area studied. The residual real value was used to determine which species showed significant differences between the polluted zone and the non-polluted areas. An increase in meadow pipit (*Anthus pratensis*), crested tit (*Parus cristatus*), great tit (*Parus major*) and blackbird (*Turdus merula*) in non-polluted zones was observed. In contrast, woodlark (*Lullula arborea*) was present only in polluted area, while black redstart (*Phoenicurus ochruros*) increased significantly in this zone.

The species captured and the number of specimens are shown in table 2. 27 species in Cercs and 25 species in non-polluted areas were obtained. After applying the Rarefaction Test (Magurran, 1989) to correct for the greater number of expeditions undertaken in Cercs (20 expeditions) than in the non-polluted zones (14 expeditions), 22 species would have been found in the polluted zone instead of 27. So the number of species captured in non-polluted zones would have been greater than the number of species captured in Cercs. According to the data obtained the diversity indices of Margalef and Menhinick (Magurran, 1989) were calculated (Table 3). The values obtained from the non-polluted areas were slightly greater, which indicates there is a greater diversity in non-polluted zones than in Cercs.

DISCUSSION

The calculation of the number of species, taking into consideration the Rarefaction Test (Magurran, 1989), showed that the number of species in the polluted zone, is slightly lower (22 species) than in non-polluted zones (25 species). In turn, the diversity indices of Margalef and Menhinick (Magurran, 1989) were also lower in polluted zone than in non-polluted areas. However, the increase in the number of birds captured and the decrease in the number of species captured in the polluted zone could be explained by the existence of species which would make use of the zone like woodlark (*Lullula arborea*) and black redstart (*Phoenicurus ochruros*). In the polluted zone, the presence of black redstart (*Phoenicurus ochruros*) is much greater (80 specimens were captured) than in non-polluted zones (16 specimens captured under the same conditions). No captures of woodlark (*Lullula arborea*) were obtained in the non-polluted zones, but 16 specimens were captured in the Cercs area.

Owing to this, the number of specimens of these two species alone contributes markedly to the total number of birds captured in the polluted zone. This difference could be explained because the coal-fired power plant mainly emanates nitrogen oxides (NO_x) and sulfur dioxide (SO_2). The combination of these gases with rain (acid rain) produces a deposition of nitrogen (N) and sulfur (S) in soil (Society, 1984). The increase of these two essential nutrients in soil could be advantageous for plants growth (Oelke, 1989), increasing the number of seeds (White, 1984) and the number of phytophage insects (Alstad, Edmunds & Weinstein, 1982; Hain 1987; Larson, 1989). The consequence of this increase is an optimal condition for some bird species (Capek, 1991) like woodlark (*Lullula arborea*) and black redstart (*Phoenicurus ochruros*). For woodlark (*Lullula arborea*), which eats both seeds and insects, this situation would be an optimal condition to increase its population. The black redstart (*Phoenicurus ochruros*) with nomadic behaviour would also obtain benefit from the zone (Goriup, 1989), which would increase the number of specimens, compared to other areas.

It would be also interesting to find species in non-polluted area which were not present in Cercs. They could be used as bioindicators of atmospheric pollution. However, stonechat (*Saxicola torquata*), garden warbler (*Sylvia borin*) and spotted flycatcher (*Muscicapa striata*), which fulfil this condition, had population densities that were so low, sporadic and random (one specimen per species), that they cannot be taken into account. On the other hand, meadow pipit (*Anthus pratensis*), crested tit (*Parus cristatus*), blackbird (*Turdus merula*) and great tit (*Parus major*), despite the fact that they are significantly more abundant in the non-polluted zones (Graveland, 1990) than in Cercs, are also plentiful in the polluted area.

CONCLUSIONS

The comparison of ornithological fauna between a polluted area, which is rich in sulfur dioxide (SO_2), nitrogen oxides (NO_x) and particulates, and two non-polluted zones that are similar in vegetation, climatology, altitude and relief, reveals the following:

1. The diversity decreases slightly in the polluted zone. There are slight differences on diversity in the studied areas according to the Margalef Index (4.46 in polluted area and 4.81 in non-polluted zones), and the Menhinick Index (1.47 in Cercs and 2.07 in St.Jaume de Frontanyà-St.Llorenç dels Morunys).

2. There are species which would make use of the zone like woodlark (*Lullula arborea*) and black redstart (*Phoenicurus ochruros*) whose number strongly increases in polluted area. On the other hand, other species such as meadow pipit (*Anthus pratensis*), crested tit (*Parus cristatus*), blackbird (*Turdus merula*) and great tit (*Parus major*) decrease their number in polluted zone.

3. No species was found that could be used as an indicator of air pollution, since all species were equally abundant in polluted and non-polluted areas.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Dr. Joan-Domènec Ros and Dr. Lluís Jover for the statistical assessment.

This study was supported by the Generalitat de Catalunya, Conselleria del Medi Ambient, Agricultura, Ramaderia i Pesca (Medi Natural) and Ensenyament (CIRIT).

We also wish to thank FECSA who supplied details of the chemical composition of the polluted atmosphere.

REFERENCES

- ALSTAD, D.N., EDMUNDS, G.F.Jr. & WEINSTEIN, L.H. 1982. Effects of air pollutants on insect populations. *American Review of Entomology*, 27: 369-384.
- BALMES, J.R., FINE, J.M. & SHEPARD, D. 1987. Symptomatic bronchoconstriction after short-term inhalation of sulfur dioxide. *American Review of Respiratory Disease*, 136: 1117-1121.
- CAPEK, D. 1991. Bird species composition of Mountain Ecosystems damaged by air pollution. *Folia Zoologica*, 40: 167-177.
- FERRES, L. 1986. Efectes de les emissions de SO₂ de la central termica de Cercs (Alt Bergueda) sobre els boscos de *Pinus sylvestris*. *L. Orsis*, 2: 97-102.
- GORIUP, P.D. 1989. Acidic air pollution and birds in Europe. *Oryx*, 23 (2): 82-87.
- GÓRRIZ, A., LLACUNA, S., DURFORT, M. & NADAL, J. 1994. The ciliar tracheal epithelium on passerine birds and small mammals. An ultrastructural study. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 27 (1). In press.
- GRAVELAND, J. 1990. Effects of acid precipitation on reproduction in birds. *Experientia*, 46: 962-970.
- HAIN, F.P. 1987. Interactions of insects, trees and air pollutants. *Tree Physiology*, 3: 93-102.
- LARSON, S. 1989. Stressful times for the plant stress-insects performance hypothesis. *Oikos*, 56 (2): 272-282.
- LLACUNA, S., GÓRRIZ, A., DURFORT, M. & NADAL, J. 1993. Effects of air pollution on passerine birds and small mammals. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 24(1): 59-66.
- MAGURRAN, A.E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vendra, Barcelona. 200 p.
- OELKE, H. 1989. Effects of the acid rain syndrome on bird populations. *Wieders*, 42: 109-128.
- SOCIETY, A.F. 1984. *Acidic deposition and forests*. Position statement of the Society of American Foresters and report of the SAF task force on the effects of acidic deposition on forest ecosystems. Society of American Foresters. Bethesda. 48 p.
- WHITE, T.C.R. 1984. The abundance of invertebrate herbivores in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. *Oecologia* (Berlin), 63: 90-105.

Data recepció: 3 de maig de 1994.

Data acceptació: 15 de juliol de 1994.

Algunos aspectos fenológicos y de la biología de la reproducción de la codorniz (*Coturnix c. coturnix*) en Cataluña (España)

S. Gallego*, M. Puigcerver**, J.D. Rodríguez-Teijeiro**, F.J. Rodrigo-Rueda** & G. Roldán**

* C/ Ricard Güell 1, 3º 2ª, 08950 Esplugues de Llobregat (Barcelona), España

**Departamento de Biología Animal (Vertebrados), Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, Avda. Diagonal 645, 08028 Barcelona, España

Summary

Some issues of the phenology and reproductive biology of the quail (*Coturnix c. coturnix*) in Catalonia (Spain).

This paper provides new information concerning some phenological aspects and some issues of the breeding biology of the European Quail, *Coturnix c. coturnix*, either in free or in semicaptive conditions.

Direct relationships were found between the altitude and the latitude of the breeding sites with: a) the date on which first arrivals occurs; b) the date on which calling activity of males ends, and c) the duration of the stay. However, both effect are independent, being the influence of the altitude clearly stronger than that of the latitude. Therefore, places of high altitude are key sites for the breeding biology and conservation of the Quail.

Clutch size (10.6 eggs) is rather similar to those of other studies in different European countries. Mean size of the eggs does not show differences throughout the European distribution area of the species. However, variability between clutches has been found. Hatching success, over 90 %, is higher than 20 % of the bibliography.

These findings, together with some of the results obtained concerning clutch size and the date on which clutches are laid, indicate that the species is an r-strategist with a high reproductive potentiality.

Resumen

Algunos aspectos fenológicos y de la biología de la reproducción de la codorniz (*Coturnix c. coturnix*) en Cataluña (España).

En el presente trabajo se aporta información nueva y complementaria sobre la fenología y la biología de la reproducción de la codorniz, *Coturnix c. coturnix*, tanto en libertad como en condiciones de semicautividad. Se han hallado unas relaciones entre la altitud y la latitud de las localidades de cría con respecto a la fecha de primeras llegadas de los machos, el momento en que finaliza la actividad cantora de los mismos y la duración del período de estancia. No obstante, los dos efectos son independientes entre sí, siendo la influencia debida a la altitud claramente superior a la debida a la latitud. Por todo ello, las zonas de elevada altitud se perfilan como zonas claves para la biología de la reproducción de la codorniz y para su conservación.

El tamaño de la puesta, de 10.6 huevos, es similar al de otros estudios en diferentes países europeos. El tamaño medio de los huevos no muestra diferencias a lo largo del área de distribu-

ción de la especie en Europa; sí se constata la existencia de una variación entre puestas. Se ha obtenido un éxito de eclosión superior al 90 %, mucho más elevado que el único dato del que se dispone en la bibliografía (20 %).

Todo ello permite confirmar a la especie como estrategia de la r, con un gran potencial reproductor.

Key words: Quail, *Coturnix*, first arrivals, egg size, clutch size, r-strategist.

ISSN: 1133-1232.

INTRODUCCIÓN

La codorniz (*Coturnix c. coturnix*) es una especie migradora que, pese a su condición de ave cinegética, presenta numerosas lagunas en el conocimiento de su biología y comportamiento. Ello se debe, sin duda, a que es una especie muy críptica ya que su ciclo biológico transcurre en el interior de densos cultivos de cereales de invierno (trigo, cebada, centeno, etc.) o forraje (alfalfa, vezas, etc.). Por todo ello, muy a menudo, el canto de los machos constituye la única manifestación de su presencia en el campo.

Referidas a Europa, existen tres revisiones bibliográficas (Cramp & Simmons, 1980; Dementev & Gladkov, 1952; Glutz *et al.*, 1973) que, pese a ser detalladas y exhaustivas, revelan una información fragmentaria e incompleta sobre la especie. Por otra parte, cabe citar la revisión llevada a cabo por Bernis (1966) abarcando toda España. En el ámbito de Cataluña existe una relativamente amplia muestra de obras faunísticas de carácter muy puntual (véase por ejemplo Aymerich *et al.*, 1991; Cordero-Tapia, 1983; Domingo, 1988) o más general (Muntaner *et al.*, 1983). Todas estas publicaciones continúan mostrando la insuficiencia en el conocimiento que se tiene de la especie, sobre todo respecto a la biología de la reproducción.

El presente trabajo trata sobre las fechas en que se producen las primeras llegadas, la duración del período de estancia de los machos y las fechas en que finaliza la actividad cantora de los mismos, así como las relaciones de estas variables con otras de tipo geográfico como son la latitud y la altitud. Se aporta además nueva información sobre el momento y tamaño de la puesta, el porcentaje de eclosión y el tamaño de los huevos, tanto en el campo como en condiciones de semicautividad, a lo largo del período de estancia de la codorniz en nuestras latitudes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos tienen dos procedencias muy distintas. La mayor parte son datos tomados en el campo, en condiciones de libertad, en diferentes localidades de cría de la codorniz, correspondientes al período 1983-1993.

Especialmente durante los años 1983 a 1989, y entre los meses de Abril a Agosto, se realizó una serie de campañas de censo y anillamiento de machos de codorniz con una periodicidad de 2-3 días entre visita y visita. Las localidades

más intensamente prospectadas fueron cuatro: Pla de Santa Maria, Mas Esplugues, Sant Boi de Lluçanès y Alp (Fig. 1). También se realizaron visitas más puntuales a otras localidades, entre las que cabe citar Figuerola del Camp ($41^{\circ} 22' N$ $1^{\circ} 15' E$, 400 m).

En cada visita se registró la presencia de machos y su canto, asumiendo que los primeros cantos corresponden a primeras llegadas (PLL), los últimos al fin de la actividad cantora (FAC) y su diferencia a la duración del período de estancia en la zona (DPE). Se ha contado, asimismo, con algunos datos de primeras llegadas y de fin de la actividad cantora de diversas localidades de la Plana de Vic (Fig. 1), desde 1983 hasta 1994; estos datos han sido cedidos por el Grup d'Anellament de Calldetenes (Osona, provincia de Barcelona).



Figura 1.- Localización geográfica de las zonas muestreadas: 1) Alp ($42^{\circ} 23' N$ $1^{\circ} 53' E$, 1158 m). 2) Sant Boi de Lluçanès ($42^{\circ} 03' N$ $2^{\circ} 09' E$, 810 m). 3) Plana de Vic ($41^{\circ} 55' N$ $2^{\circ} 11' E$, 529 m). 4) Mas Esplugues ($41^{\circ} 25' N$ $1^{\circ} 23' E$, 628 m). 5) Pla de Santa Maria ($41^{\circ} 23' N$ $1^{\circ} 17' E$, 381 m).

Figure 1.- Geographical location of the sampling areas (see above).

Dada la dificultad que entraña la localización de nidos en los cultivos, la determinación del inicio de las puestas se hizo, durante la mayor parte del período de estudio, aplicando retrospectivamente curvas de crecimiento elaboradas por Puigcerver (1990) sobre pollos capturados en la temporada de cría.

El marcaje de 10 hembras con emisores SS-2 RM-13 y RM-312 (Biotrack) en una de las localidades de estudio (Mas Esplugues) en 1992 y 1993, permitió la localización de 10 nidos en el campo, pudiéndose delimitar el momento y tamaño de la puesta de los mismos, así como el éxito de eclosión y el tamaño de los huevos (eje mayor, eje menor, volumen y peso).

Un segundo grupo de datos corresponde a reproducción en semi-cautividad en una pajarera de 15 x 8.25 m, ubicada en los terrenos de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona y dotada de una cobertura vegetal constituida por alfalfa, medio propicio para la estancia y cría de la codorniz. Los nidos encontrados en esta pajarera entre 1984 y 1993 aportaron una información complementaria sobre la biología de la reproducción de la especie.

Para el análisis de los datos se ha aplicado el test de la *t* de Student, el análisis de la varianza de una vía, el análisis de regresión lineal y el análisis de regresión polinómica; en estos dos últimos análisis se ha comprobado que la distribución de los residuos (diferencia entre el valor de la *Y* observada y la *Y* predicha por la ecuación de la recta) frente a los valores de la *Y* predicha garantizaban la aplicabilidad de los análisis (Draper & Smith, 1981). El porcentaje de eclosión de los huevos, al ser una variable de tipo porcentual, se ha normalizado utilizando la transformación arcoseno de la raíz cuadrada de x/n (Sokal & Rohlf, 1979). Se ha utilizado la prueba de la *U* de Mann-Whitney cuando las variables involucradas en los análisis eran de tipo merístico, como es el caso del tamaño de la puesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primeras llegadas, duración del período de estancia y fin de la actividad cantora de los machos.

La tabla 1 resume la fecha en la que se detectaron las primeras llegadas de machos, la fecha en la que finalizaba la actividad cantora de los mismos y la duración de su período de estancia en las cuatro localidades de estudio más intensamente muestreadas, durante el período 1983-1989. Las llegadas más tempranas se dan en la localidad de estudio más meridional y de menor altitud (Pla de Santa Maria), produciéndose un retraso en las llegadas a medida que se incrementa tanto la altitud de las localidades de cría ($PLL = -0.000027 \text{ Altitud}^2 + 0.068 \text{ Altitud} + 82.22$; $r^2=0.42$, $t=3.40$, 32 gl, $p<0.005$) como su latitud ($PLL = 24.14 \text{ Latitud}^2 - 2006.08 \text{ Latitud} + 41784.47$; $r^2=0.24$, $t=2.25$, 32 gl, $p<0.05$) (Figuras 2 y 3, respectivamente). Por tanto, si bien existe una clara relación directa entre la fecha de primeras llegadas y la latitud para rangos amplios, como por ejemplo desde el sur de España hasta Escandinavia, que explica el 90 % de la varianza de los datos (Puigcerver, 1990), esta relación pierde fuerza cuando los rangos latitudinales son tan próximos como los estudiados al explicar únicamente el 24 % de la varianza.

LOCALIDAD	AÑO	PRIMERAS LLEGADAS	FIN ACTIVIDAD CANTORA	DURACIÓN PERÍODO ESTANCIA
Pla de Sta. Maria	1983	107 (17-IV)	–	–
	1984	108 (18-IV)	168 (17-VI)	60
	1985	107 (17-IV)	162 (11-VI)	55
	1986	110 (20-IV)	140 (20-V)	30
	1987	100 (10-IV)	130 (10-V)	30
	1988	98 (8-IV)	192 (11-VII)	94
	1989	101 (11-IV)	137 (17-V)	36
Mas Esplugues	1986	116 (26-IV)	180 (29-VI)	64
	1987	119 (29-IV)	206 (25-VII)	87
	1988	119 (29-IV)	205 (24-VII)	86
	1989	109 (19-IV)	–	–
Sant Boi de Lluçanès	1983	122 (2-V)	218 (6-VIII)	96
	1984	107 (17-IV)	214 (2-VIII)	107
	1985	119 (29-IV)	200 (19-VII)	81
	1986	127 (7-V)	211 (30-VII)	84
Alp	1984	121 (1-V)	227 (15-VIII)	106
	1985	–	226 (14-VIII)	–
	1986	–	219 (7-VIII)	–
	1987	–	227 (15-VIII)	–
	1988	121 (1-V)	224 (12-VIII)	103
	1989	128 (8-V)	–	–

Tabla 1.– Fechas en las que se producen las primeras llegadas, el fin de la actividad cantora de los machos y la duración del período de estancia de los mismos en las localidades estudiadas. Las fechas se expresan en días transcurridos desde el 1 de enero y, entre paréntesis, de forma convencional.

Table 1.– Dates of first arrivals and the end of the calling activity of males in the sites sampled. The duration of the stay is also shown. Dates are given in days from January 1st and, in brackets, in the conventional way.

Comparando la fecha de primeras llegadas en aquellas localidades muy próximas en latitud pero que muestran notables diferencias en su altitud (Pla de Santa Maria Vs Mas Esplugues y Plana de Vic Vs Sant Boi de Lluçanès, ver figura 1), se aprecia que en las localidades más bajas (Pla de Santa Maria y Plana de Vic, respectivamente) se registran las primeras llegadas más tempranamente ($t=3.87$, 9 gl, $p<0.01$, prueba de una cola; $t=2.03$, 19 gl, $p<0.05$, prueba de una cola, respectivamente), lo que también se pone de manifiesto en la figura 3. Ello indica que el efecto de la altitud es independiente del de la latitud.

Al margen de posibles inexactitudes en la determinación de la fecha en que se producen las primeras llegadas, esta relación directa hallada entre dicha fecha y la altitud de la zona puede explicar la gran variabilidad de fechas que se pueden encontrar en la bibliografía: segunda quincena de abril o mayo (Cordero-

Tapia, 1983), abril (Domingo, 1988), e incluso marzo (Aymerich *et al.*, 1991; Muntaner *et al.*, 1984). Ciertamente, observaciones llevadas a cabo en Figuerola del Camp en el año 1991 muestran que las primeras llegadas se dieron el 30 de marzo, más tempranamente incluso que en el Pla de Santa Maria y en concordancia con la bibliografía antes citada.

Con respecto a la fecha en que finaliza la actividad cantora de los machos, también se ha encontrado que esta variable depende en gran medida de la altitud de las localidades de cría ($FAC = -0.00017 \text{ Altitud}^2 + 0.3367 \text{ Altitud} + 57.68$; $r^2 = 0.68$, $t = 4.99$, 23 gl, $p < 0.001$), así como de la latitud ($FAC = -15.27 \text{ Latitud}^2 + 1336.59 \text{ Latitud} - 28988.82$; $r^2 = 0.61$, $t = 4.24$, 23 gl, $p < 0.001$) (Figs. 2 y 3).

Comparando la fecha en que finaliza la actividad cantora de los machos en el Pla de Santa Maria y en Mas Esplugues, localidades muy próximas en latitud pero con una altitud notablemente diferente, se aprecia la existencia de un retraso en la zona de mayor altitud (Mas Esplugues) ($t = 2.79$, 7 gl, $p < 0.025$, test de una cola). Estos resultados concuerdan fuertemente con los obtenidos en relación con la fecha de primeras llegadas; no obstante, la comparación de la fecha en que finaliza la actividad cantora de los machos en la Plana de Vic y en Sant Boi de Lluçanès no muestra diferencias ($t = 1.59$, 10 gl, $p < 0.10$, test de una cola). Este resultado es de difícil interpretación, por lo que sería deseable aumentar el tamaño muestral de las observaciones en Sant Boi de Lluçanès.

El hecho de que en las zonas más altas se retrase la fecha en la que finaliza la actividad de los machos (Figura 2) no se debe solamente a que las primeras llegadas se producen más tardíamente, sino también al incremento en la duración del período de estancia conforme aumenta la altitud ($DPE = -0.00008 \text{ Altitud}^2 + 0.1922 \text{ Altitud} - 10.661$; $r^2 = 0.63$, $t = 3.18$, 12 gl, $p < 0.01$). Ello implica asimismo que las zonas de elevada altitud contribuirán con un mayor peso en la reproducción de la especie al tener un mayor período de estancia y cría, por lo que se constituyen como zonas claves para la biología reproductora y conservación de la codorniz.

Análogamente a lo que ocurre con las primeras llegadas y la finalización de la actividad cantora, la duración del período de estancia también se alarga conforme se asciende en latitud ($DPE = -28.15 \text{ Latitud}^2 + 2401.449 \text{ Latitud} - 51115.63$; $r^2 = 0.50$, $t = 2.45$, 12 gl, $p < 0.05$).

La duración del período de estancia también muestra claramente una varianza decreciente a medida que se asciende en altitud (Figura 2), lo que no se observa en relación con la latitud (Figura 3). Ello se explica si se tiene en consideración que las codornices explotan básicamente cultivos cerealistas, caracterizados por ser relativamente efímeros debido a la destrucción que suponen las tareas de siega. La fecha de recolección de estos cultivos se halla fuertemente condicionada por las condiciones meteorológicas, especialmente por la cantidad acumulada de precipitaciones caídas en la zona: en años de fuerte sequía, los cereales se recogen antes que en años húmedos y lluviosos; no obstante, las zonas altas son menos sensibles a la falta de precipitaciones, ya que son zonas montañosas con abundancia de agua proveniente del deshielo de la nieve. Por tanto, los cultivos de estas zonas altas presentan un ritmo de maduración fuertemente tamponado con respecto a dichas variables meteorológicas.

Todos los resultados anteriormente expuestos son concordantes con la idea expuesta en Puigcerver *et al.* (1989), según la cual la codorniz explota el hábitat

(principalmente cultivos cerealistas) seriadamente en el espacio y en el tiempo, ensamblando su llegada y estancia en las zonas con el ciclo biológico de los cereales, más retrasado a medida que se asciende en altitud.

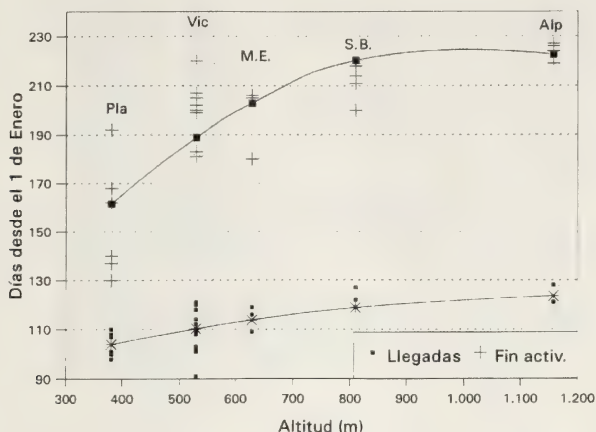


Figura 2.— Fecha en que se producen las primeras llegadas y el fin de la actividad cantora de los machos en relación con la altitud de las zonas estudiadas. Las fechas se expresan en días transcurridos desde el 1 de enero.

Figure 2.— Dates of first arrivals and the end of the calling activity of males in regard to the altitude of the sampled areas. Dates are given in days from January 1st.

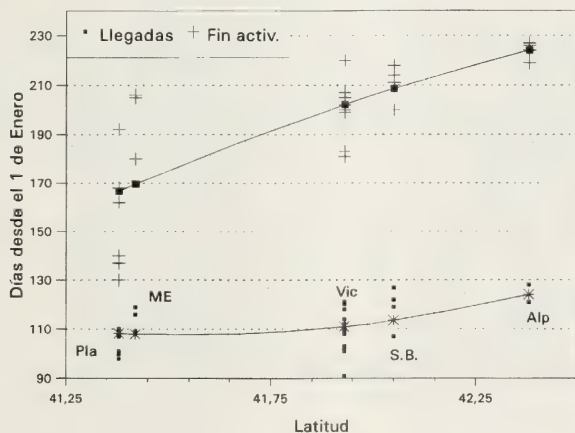


Figura 3.— Fecha en que se producen las primeras llegadas y el fin de la actividad cantora de los machos en relación con la latitud de las zonas estudiadas. Las fechas se expresan en días transcurridos desde el 1 de enero.

Figure 3.— Dates of first arrivals and the end of the calling activity of males in regard to the latitude of the sampled areas. Dates are given in days from January 1st.

VARIABLE	CAMPO			PAJARERA			t	gl	P
	X	RANGO	CV	N	X	RANGO	CV	N	
Eje mayor	2.94	2.65-3.26	4.11	77	2.82	2.24-3.36	5.71	180	<0.001
Eje menor	2.30	2.10-2.47	3.20	77	2.22	1.97-2.38	3.31	180	<0.001
Volumen	7.95	5.96-9.48	9.02	77	7.10	4.73-9.54	10.15	180	<0.001
Peso	7.73	5.90-9.40	10.17	74	6.76	4.00-9.50	15.62	123	<0.001

Tabla 2.- Descriptiva de las variables relativas al tamaño de los huevos y su comparación entre huevos de campo y huevos de pajarera. La longitud de los ejes mayor y menor está expresada en cm, el volumen en cm^3 y el peso en g. X: media aritmética; CV: coeficiente de variación; N: tamaño de la muestra; t: valor de la t de Student; gl: grados de libertad; p: probabilidad.

Table 2.- Descriptive statistics of the variables for egg size, and its comparison between eggs from field and eggs from semicaptivity. Length of major and minor axes are given in cm , volume in cm^3 and weight in g. X: arithmetic mean; CV: coefficient of variation; N: sample size; t: Student t value; gl: degrees of freedom; P: probability.

INVESTIGADOR	PAÍS	N	EM	RANGO	Em	RANGO	VOLUMEN
Verheyen & Bastijns (*)	Bélgica	100	3.04	2.74-3.45	2.27	2.12-2.47	7.99
Grootaers (*)	Bélgica	106	2.90	2.61-3.21	2.26	2.00-2.37	7.55
Hellebrekers (*)	Holanda	65	3.00	2.50-3.39	2.28	2.00-2.50	7.95
Jourdain (*)	Reino Unido	100	3.04	2.79-3.27	2.29	2.12-2.49	8.13
Dementev & Gladkov	URSS	100	2.94	2.50-3.22	2.28	2.06-2.50	7.79
Niethammer	Alemania	94	3.01	2.50-3.39	2.32	2.00-2.50	8.26
D'Almeida	Portugal	17	2.83	2.70-3.17	2.26	2.10-2.46	7.37
Mestre	España	26	2.99	3.23-2.40	2.27	1.99-2.70	7.86
Presente estudio	España	77	2.94	2.65-3.26	2.30	2.10-2.47	7.95

Tabla 3.- Tamaño de los huevos de codorniz en diferentes países (a partir de Dementev & Gladkov, 1967; D'Almeida, 1956 y Mestre, 1980; con un asterisco (*) se señalan los datos extraídos de Verheyen, 1950) y en el presente estudio. N: tamaño muestral. EM: eje mayor; Em: eje menor.

Table 3.- Egg size of quail in different countries (from Dementev & Gladkov, 1967; D'Almeida, 1956 y Mestre, 1980; data from Verheyen, 1950, are marked with an asterisk, (*) and in the present study. N: sample size. EM: major axis; Em: minor axis.

VARIABLE	F	CAMPO		F	PAJARERA	
		gl	P		gl	P
Eje mayor	12.24	6, 64	<<0.01	3.23	13, 137	<0.001
Eje menor	30.28	6, 64	<<0.01	3.11	13, 137	<0.001
Volumen	32.95	6, 64	<<0.01	2.95	13, 137	<0.001
Peso	41.89	6, 64	<<0.01	9.81	9, 95	<0.001

Tabla 4.- Tests de comparación de las variables que describen el tamaño de los huevos entre nidadas de campo y pajarera de más de 7 huevos. F: valor de la F de Fisher; gl: grados de libertad; P: probabilidad.

Table 4.- Anova analysis in which egg sizes of field and yard clutches are compared. Only clutches of over seven eggs were included. F: Fisher F value; gl: degrees of freedom; P: probability.

VARIABLE	X	CAMPO				X	PAJARERA			
		RANGO	CV	N			RANGO	CV	N	
MEC	194.9	171 -224	8.98	10		169.6	46 -285	31.46	37	
TP	10.57	5 - 17	27.94	14		12.32	6 - 19	30.02	37	
EC	92.22	66.7-100	12.33	10		74.80	22.22-100	29.97	37	

Tabla 5.- Descriptiva del momento de eclosión de los huevos (MEC), tamaño de la puesta (TP) y porcentaje de eclosión (EC). MEC se ha expresado en días transcurridos desde el 1 de enero. X: media aritmética; CV: coeficiente de variación; N: número de nidos.

Table 5.- Descriptive statistics of the date of hatching (MEC), clutch size (TP) and percentage of hatched eggs (EC). MEC is given in days from January 1st. X: arithmetic mean; CV: coefficient of variation; N: number of nests.

LOCALIDAD	RANGO DE VARIACIÓN	MEDIA	N
Finlandia (Von Haartman)*	7-14	10.3	10
Checoslovaquia (Havlin)*	7-14	10.1	32
Dinamarca (Westerkov 1947)	8-15	10.2	17
Cataluña (Muntaner <i>et al.</i> , 1983)	5-11	7.6	15
Presente estudio	5-17	10.6	14

Tabla 6.- Tamaño medio de puesta y rango de variación de la misma según diversos investigadores. Con un asterisco (*) se marcan los datos extraídos de Cramp & Simmons, 1980.

Table 6.- Range of variation and mean clutch size of quail. Data from Cramp & Simmons, 1980, are marked with an asterisk (*).

Variables oológicas, tamaño y momento de la puesta, y éxito de eclosión

Las diferencias encontradas en el tamaño de los huevos procedentes de nidos en el campo respecto a los de nidos en semicautividad (Tabla 2) son estadísticamente significativas para las cuatro variables tomadas, siendo los primeros ligeramente mayores que los segundos, los cuales presentan además unos coeficientes de variación ligeramente superiores.

Comparando las medidas de los huevos obtenidas en el presente estudio con las de investigadores de otros países (Tabla 3), puede apreciarse que los resultados entran dentro del rango de valores hallados en el resto de estudios, tanto en lo que respecta al eje mayor como al eje menor, sin que se pueda apreciar ninguna tendencia clara a la variación del volumen con respecto a la latitud media de cada país ($\text{Volumen} = -2.61 \text{ Latitud} + 146.63$; $r^2 = 0.44$, $t = -1.97$, 5 gl, $p = 0.11$) o a su longitud geográfica ($\text{Volumen} = -0.70 \text{ Longitud} + 21.33$; $r^2 = 0.18$, $t = -1.03$, 5 gl, $p = 0.35$).

Puede apreciarse (Tabla 2) que, de las cuatro variables tomadas en la descripción de los huevos, el peso es la que presenta un mayor coeficiente de variación, tanto en el grupo de huevos puestos en el campo como en el grupo de huevos de pajarera. Ello se debe principalmente a que los huevos comienzan a perder peso a medida que son puestos (Hoyt, 1979) y fueron medidos cuando se descubrían los nidos.

Analizando los nidos en los que se pudieron medir 7 huevos o más (Tabla 4), se ha podido constatar la existencia de diferencias entre puestas en el tamaño de los huevos. Estas diferencias entre nidos se dan tanto en la muestra recogida en el campo como en la muestra de nidos en semicautividad.

En relación con el momento de la puesta, ya ha quedado establecido en Puigcerver *et al.* (1989) que está muy condicionado a la altitud de la localidad de cría, demorándose a medida que se asciende en altitud. La ya conocida asincro-

nía en las puestas (Rodríguez-Teijeiro *et al.*, 1992) se hace aún más patente en semicautividad que en el campo (Tabla 5), al comparar los coeficientes de variación del momento promedio de eclosión de los huevos en ambos casos. Este resultado sugiere que, cuando las condiciones ambientales son propicias (cobertura vegetal suficiente, temperaturas cálidas, disponibilidad de alimento abundante, etc.), la especie optimiza su capacidad reproductora. Así pueden explicarse puestas en fechas tan extremas como febrero o noviembre observadas en las condiciones de semicautividad de la pajarera de estudio.

Con respecto al tamaño de la puesta, existen diferencias claras entre los nidos de campo y los de pajarera ($U=43$, $z=3.28$, $p<0.001$), siendo las puestas en semicautividad mayores (Tabla 5). Interpretamos que se debe a las especiales condiciones de cautividad, como la disponibilidad de alimento en abundancia, aunque también debe tenerse en cuenta la posibilidad de que en semicautividad varias hembras pongan huevos en un mismo nido, constituyendo un caso de nidoparasitismo intraespecífico (obs. pers.). En el campo, se obtiene un tamaño medio de puesta muy similar al obtenido por otros investigadores (Tabla 6), aunque superior al valor de 7.6 huevos encontrado por Muntaner *et al.* (1983) para Cataluña.

Debe señalarse también que, en función de los resultados obtenidos, no se cumple la previsible disminución del tamaño de la puesta a medida que avanza la época de reproducción, tal como indican Glutz *et al.* (1973) y Winkler & Walters (1983), ni en condiciones de semicautividad (Tamaño puesta = -0.02 Fecha eclosión + 16.06 ; $r^2=0.10$, $t=1.40$, 16 gl, $p=0.18$) ni en el campo (Tamaño puesta = -0.06 Momento eclosión + 21.84 ; $r^2=0.24$, $t=1.39$, 5 gl, $p=0.22$).

En relación con el porcentaje de eclosión de los huevos en los nidos en los que hubo eclosión (Tabla 5), puede apreciarse que existen diferencias entre los nidos de campo y los nidos de pajarera ($t=2.82$, 21 gl, $p=0.0097$). Ello sugiere la idea de que, en condiciones de semicautividad, pueda reducirse la fertilidad de los huevos, o que interacciones entre individuos puedan provocar distorsiones en la incubación, o bien que los últimos huevos en eclosionar estén más expuestos a la acción de las hormigas (obs. pers.). En el campo, el porcentaje de eclosión hallado ha sido muy elevado, del 92 %, lo que contrasta fuertemente con el único dato del que se dispone en la bibliografía, del 20 % (Delay, 1947). Este investigador manipuló considerablemente la cobertura vegetal de los alrededores de los nidos que estudió. El método utilizado en el presente trabajo, no agresivo, hace pensar que el porcentaje de eclosión obtenido se ajusta más a la realidad.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, tanto en lo referente a la fenología de las llegadas y duración del período de estancia, como en lo referente a algunos aspectos de la biología de la reproducción, son concordantes en gran medida con la idea de que la especie es una estrategia de la *r* altamente oportunista y con un gran potencial reproductor, que se pone de manifiesto en cuanto las condiciones ambientales son mínimamente favorables. Así cabe interpretar las relaciones halladas entre la altitud de las localidades de cría con las primeras llegadas, la duración de la actividad cantora y el momento en que finaliza dicha actividad, así como con el

momento en que se produce la cría. Los datos de fechas extremas de eclosión de los huevos en condiciones de semicautividad apoyan nuevamente esta idea, como también lo apoya el hecho comprobado de que la especie realiza una doble nidificación en alguna de las localidades estudiadas (Puigcerver *et al.*, en prep.).

AGRADECIMIENTOS

El Servei de Gestió i Protecció de la Fauna (Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, Generalitat de Catalunya) financió parcialmente este estudio. Joan Aymerich, del Grup d'Anellament de Calldetenes, proporcionó los datos de primeras llegadas y fecha en que finalizaba la actividad cantora de los machos correspondientes a la Plana de Vic. Las constructivas sugerencias y comentarios de Pedro Cordero mejoraron el manuscrito inicial, a lo que también contribuyó un revisor anónimo.

BIBLIOGRAFÍA

- AYMERICH, J., BAUCCELLS, J., BIGAS, D., CAMPRODÓN, J., ESTRADA, J., MOLIST, M., ORDEIX, M., RAMONEDA, J. & VIGUÉ, J. 1991. *Els ocells d'Osona*. Lynx Edicions. Barcelona. 321 pp.
- BERNIS, F. 1966. *Aves migradoras ibéricas*. Publicaciones de la Sociedad Española de Ornitología. Madrid. 502 pp.
- CORDERO-TAPIA, P. 1983. *Las aves del Maresme. Catálogo, status y fenología*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 372 pp.
- CRAMP, S. & SIMMONS, K.E.L. 1980. *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic*. Vol. II. Oxford University Press. Oxford. 695 pp.
- D'ALMEIDA, F.P. 1956. Sobre aves que anidan en el norte de Portugal. *Ardeola*, 3 (1):51-52.
- DELAY, P. 1947. Quelques notes sur les Cailles nicheuses en 1947. *Nos Oiseaux*, 19:148-150.
- DEMENTEV, J.P. & GLADKOV, H.A. 1952. *Birds of the Soviet Union*. Vol. 4. Israel Program for Sci. Transl. Jerusalem. 683 pp.
- DOMINGO, M. 1988. *Els ocells al Camp de Tarragona*. Edicions del Centre de Lectura. Reus. 181 pp.
- DRAPER, N.R., & SMITH, H. 1981. *Applied Regression Analysis*. John Wiley. New York. 709 pp.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N., BAUER, K. & HAND-BEZZEL, E. 1973. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Vol. 5. Frankfurt am Main. 700 pp.
- HOYT, D.F. 1979. Practical method of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk*, 96:73-77.
- MESTRE, P. 1980. *Ocells del Penedès (segona part). Ocells nidificants*. Museu de Vilafranca. Vilafranca del Penedès. 55 pp.
- MUNTANER, J., FERRER, X. & MARTÍNEZ-VILALTA, A. 1983. *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya i Andorra*. Ketres Editora. Barcelona. 322 pp.
- PUIGCERVER, M. 1990. *Contribución al conocimiento de la biología y ecoetología de la codorniz (Coturnix coturnix)*. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona. Barcelona. 499 pp.
- PUIGCERVER, M., RODRÍGUEZ-TEJEIRO, J.D. & GALLEGO, S. 1989. Migración y/o nomadismo en la codorniz *Coturnix c. coturnix*? *Etología*, 1:39-45.
- RODRÍGUEZ-TEJEIRO, J.D., PUIGCERVER, M. & GALLEGO, S. 1992. Mating strategy in the European Quail (*Coturnix c. coturnix*) revealed by male population density and sex ratio in Catalonia (Spain). *Gibier Faune Sauvage*, 9:377-386.
- SOKAL, R.R., & ROHLF, F.J. 1979. *Biometría*. H. Blume Ediciones. Madrid. 832 pp.
- VERHEYEN, R. 1950. *Les Colombidés et les Gallinacés*. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg. Bruxelles. 347 pp.
- WESTERKOV, K. 1947. Distribution and life-habits of the Quail (*Coturnix c. coturnix*) in Denmark. *Dansk. Orn. Foren. Tidssk.*, 41:89-115.
- WINKLER, D.W., & WALTERS, J.R. 1983. The determination of clutch size in precocial birds. In: *Current Ornithology*. Johnston, R.F. (ed.). Plenum Press, New York, Vol. 1:33-68.

Data recepció: 16 de febrer de 1994.

Data acceptació: 1 de juny de 1994.

NORMES DE PUBLICACIÓ

Els autors que vulguin publicar un article a *Historia Animalium* hauran de seguir les indicacions de la *Guide for the preparation of scientific papers for publications* (UNESCO/SC/D/J Paris, 1968), i les normes següents:

Idioma. Els articles podran ésser escrits en català, castellà, anglès o francès.

Presentació. Els treballs s'hauran de presentar mecanografiats en fulls DIN A4; cada full haurà de tenir aproximadament 30 línies de 70 espais cadascuna, escrit per una sola cara i a doble espai. L'extensió màxima del treball serà de 20 fulls, incloses taules i figures; en casos justificats, el Consell de Redacció considerarà la publicació de treballs més extensos. De cada treball se n'hauran de lliurar tres exemplars, incloses les taules i les figures. Als autors que realitzin els seus treballs amb programes informàtics de tractament de textos (Word Perfect o similars), els agraïrem que en-viïn, a més a més, una còpia en un diskette.

Estructuració. El primer full ha de contenir el títol, concís i indicatiu del contingut del treball, nom del(s) autor(s), adreça, les paraules claus en anglès, en nombre no superior a sis, i un resum del treball, encapçalat pel títol. El resum haurà d'ésser redactat en anglès i en la llengua del treball, quan aquesta no sigui l'anglès. Igualment s'indicarà, al peu de la primera pàgina, un títol condensat, en el mateix idioma del treball.

Es recomana la estructura següent: introducció, material i mètodes, resultats, discussió, conclusions, agraïments, i bibliografia.

Bibliografia. S'han de consignar només les referències citades al text. Les referències, sense numerar, s'ordenaran alfabèticament, i cronològicament quan n'hi hagi més d'una d'un mateix autor. Cal seguir aquest format:

a) Articles de revista:

PENRY, E.H. 1985. Notes on breeding biology of *Cisticola brunescens* and *C. jundicis* in Zam bia. *Ostrich*, 56(4): 229-235.

b) Llibres:

RIEDL, R. 1986. *Fauna y flora del mar Mediterráneo*. Omega. Barcelona.

c) Capítols:

RANZI, S. 1979. On the origin of the Arthropoda. In: *Myriapod Biology*. CAMATINI, M. (Ed.), 345-351. Academic Press. London.

Figures i taules. Els originals han de ser fets en tinta xinesa sobre paper vegetal o de qualitat equivalent. Les fotografies, fetes en blanc i negre sobre paper brillant, es presentaran agrupades en làmines prenent en compte les dimensions de la caixa de la revista per si s'han de fer reduccions. Les fotografies s'acceptaran en nombre limitat que caldrà acordar amb el Consell de Redacció. Les figures (gràfiques, il·lustracions i fotografies) i taules aniran numerades correlativament en caràcters aràbigs, en sèries de numeració independents; es presentaran en fulls a part del text a cadascun dels quals s'hi consignarà el nom del primer autor i el número corresponent. Al marge del text s'assenyalarà la situació aproximada d'aquestes figures i taules.

Peus de figures i de taules. S'escriuran agrupats en un full a part, en la llengua del text i en anglès.

Abreviacions i unitats. S'han d'utilitzar les acceptades pel Sistema Internacional d'Unitats. Cal recordar que, llevat que aparegui al final d'una frase, les abreviacions no han de dur mai un punt (cm és correcte, cm. és incorrecte).

Proves d'impremta. Un cop rebudes les del seu treball, l'autor haurà de retornar-les degudament corregides. Les correccions es faran segons els símbols admesos internacionalment. No s'acceptaran correccions extensives.

Separates. Es lliuraran de franc 50 separates per article i es podrà negociar amb el Consell de Redacció l'adquisició d'un nombre suplementari.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Typescripts intended for publication in *Historia Animalium* must conform to the indications of the *Guide for the Publication of scientific papers for publications* (UNESCO/SC/D/J Paris, 1968) and to the following rules:

Language. Papers may be written in Catalan, Spanish, English or French.

Typescript format. Articles must be typewritten on DIN A4 paper; each sheet must have only one side typed in double-spacing, with about 30 lines of 70 strokes. The maximum number of pages permitted is twenty, including tables and figures; only exceptionally will the Editorial Board consider longer manuscripts for publication. Three copies must be submitted both of manuscript and illustrations. Authors are urged to prepare their manuscripts with any of the most common computer word processors (such as Word Perfect) and supply a diskette with the text along with the typescript.

Structure. The first page must contain the title (concise and informative of the contents), author(s) name(s), institution(s), address(es), Key words (up to 6) in English, and a summary which should begin with the title. A title to be used as a running page head should be also included as a footnote on the first page.

The following structure is recommended for the articles: introduction, material and methods, results, discussion, conclusions, acknowledgements and references.

References. Only references cited in the text are to be listed. They must be arranged in alphabetical order, and chronologically for a given author. The format for the citations is as in the following examples:

a) Periodicals:

PENRY, E.H. 1985. Notes on breeding biology of *Cisticola brunescens* and *C. jundicis* in Zam bia. *Ostrich*, 56(4): 229-235.

b) Books:

RIEDL, R. 1986. *Fauna y flora del mar Mediterráneo*. Omega. Barcelona.

c) Papers from books:

RANZI, S. 1979. On the origin of the Arthropoda. In: *Myriapod Biology*. CAMATINI, M. (Ed.), 345-351. Academic Press. London.

Figures and tables. Original drawings should be in black ink on tracing or good quality paper sheets. Photographs must be printed on glossy paper and grouped in plates that conform in size to the case of the journal. Only a limited number of photographs will be accepted at the Editorial Board's discretion. Figures (graphs, drawings or photographs) and tables must be numbered consecutively in Arabic numerals in two independent series. They should be presented on separate sheets, indicating the author(s) name(s) and the number of the figure or table. Mark desired position of figures and tables in the typescript margin.

Captions. They should be typed on a separate sheet and written in English and in the language of the paper.

Abbreviations and units. Only units of the International System and their standardized abbreviations are to be used. Abbreviations must not be followed by a full stop (e.g., cm instead of cm.), unless at the end of a sentence.

Proofs. Proofs will be sent to the author(s) for examination. Use the internationally accepted symbols for corrections. No extensive change will be allowed at this point.

Offprints. Fifty offprints will be supplied free of charge. Additional copies can be ordered and purchased.

I N D E X / S U M M A R Y

Management's search for greater effectiveness in the new business environment
*by Thomas M. Davis, William W. Starling, and
 William W. Starling*

Management's search for greater effectiveness in the new business environment
*by Thomas M. Davis, William W. Starling, and
 William W. Starling*

Management's search for greater effectiveness in the new business environment
*by Thomas M. Davis, William W. Starling, and
 William W. Starling*

Management's search for greater effectiveness in the new business environment
*by Thomas M. Davis, William W. Starling, and
 William W. Starling*

Management's search for greater effectiveness in the new business environment
*by Thomas M. Davis, William W. Starling, and
 William W. Starling*

Management's search for greater effectiveness in the new business environment
*by Thomas M. Davis, William W. Starling, and
 William W. Starling*

Management's search for greater effectiveness in the new business environment
*by Thomas M. Davis, William W. Starling, and
 William W. Starling*

Management's search for greater effectiveness in the new business environment
*by Thomas M. Davis, William W. Starling, and
 William W. Starling*

Management's search for greater effectiveness in the new business environment
*by Thomas M. Davis, William W. Starling, and
 William W. Starling*

Management's search for greater effectiveness in the new business environment
*by Thomas M. Davis, William W. Starling, and
 William W. Starling*

Management's search for greater effectiveness in the new business environment
*by Thomas M. Davis, William W. Starling, and
 William W. Starling*



MCZ ERNST MAYR LIBRARY



3 2044 128 408 085

